

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001056306
PUBLICATION DATE : 27-02-01

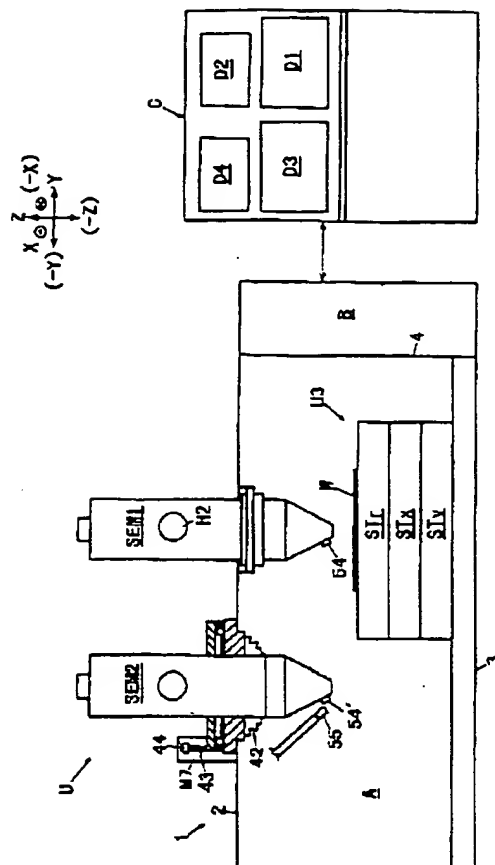
APPLICATION DATE : 19-08-99
APPLICATION NUMBER : 11232261

APPLICANT : NIPPON DENSHI SYSTEM
TECHNOLOGY KK;

INVENTOR : NAMIOKA ICHIRO;

INT.CL. : G01N 23/225 G01N 23/227 G06T 7/00
H01L 21/66

TITLE : SAMPLE SURFACE INSPECTING
DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To inspect the presence or absence of defects in a short time by scanning a surface of a sample to be inspected with a charged particle beam to obtain the image data of the surface of the sample to be inspected in (r, θ) coordinates and comparing it with the image data of a model surface obtained by a model sample.

SOLUTION: A surface of a sample W to be inspected is scanned with a charged particle beam, the detection data of omission rays from the surface is related to each coordinate location to obtain the image data of the surface of the sample W to be inspected, and the image data is stored in a storage means for image data on the surface of a sample to be inspected. $R\theta$ coordinates to be displayed by a distance (r) from the origin set in the surface of the sample W to be inspected and an angle θ of rotation from a reference axis are used for the storage of the image data. A model surface image data storage means stores the image data of a model surface obtained from the detection data of emission rays from the surface of a model sample at the time of scanning the zero-defect model sample similarly to the time of the sample W to be inspected. A defect detecting means compares the image data of the surface of the sample W to be inspected with the image data of the model surface to detect the presence or absence of a defect at each coordinate location in the sample W to be inspected.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-56306

(P2001-56306A)

(43)公開日 平成13年2月27日(2001.2.27)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-リ-ン (参考)
G 0 1 N 23/225		G 0 1 N 23/225	2 G 0 0 1
	23/227	23/227	4 M 1 0 6
G 0 6 T 7/00		H 0 1 L 21/66	J 5 B 0 5 7
H 0 1 L 21/66		G 0 6 F 15/62	4 0 5 A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 54 頁)

(21)出願番号 特願平11-232261

(22)出願日 平成11年8月19日(1999.8.19)

(71)出願人 000004271

日本電子株式会社

東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号

(71)出願人 591133929

日本電子システムテクノロジー株式会社

東京都立川市曙町二丁目34番7号

(72)発明者 山縣 正靖

東京都立川市曙町二丁目34番7号 日本電

子システムテクノロジー株式会社内

(74)代理人 100094905

弁理士 田中 隆秀

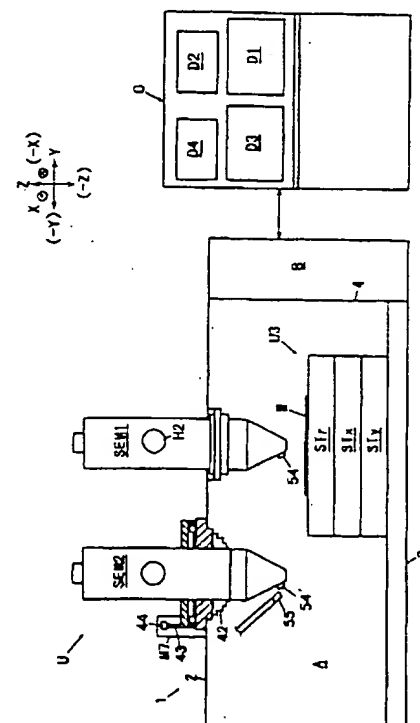
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 試料表面検査装置

(57)【要約】

【課題】 被検査ウエハの検査を行う際の検査に要する時間を短縮すること。

【解決手段】 検査される被検査試料W表面のビーム照射部分から放出される被検査試料表面画像データを記憶する被検査試料表面画像データ記憶手段と、被検査試料W表面に設定した原点からの距離rと前記原点を通る基準軸からの前記原点回りの回転角度 θ とを使用したr θ 座標位置に対応させた前記被検査試料表面画像データを記憶する前記被検査試料表面画像データ記憶手段と、表面に欠陥が無いモデル試料の表面のビーム照射部分から放出される放出線の検出データに相当するモデル表面画像データを記憶するモデル表面画像データ記憶手段と、前記r θ 座標位置の被検査試料表面画像データをモデル表面画像データと比較することにより、被検査試料W表面の各座標位置における欠陥の有無を検出する欠陥検出手段とから構成される試料表面検査装置



【特許請求の範囲】

【請求項1】 次の要件(A01)～(A04)を備えたことを特徴とする試料表面検査装置、(A01)検査される試料表面である被検査試料表面を荷電粒子ビームで走査したときに前記被検査試料表面のビーム照射部分から放出される放出線の検出データを前記ビーム照射部分の座標位置に対応させたデータである被検査試料表面画像データを記憶する被検査試料表面画像データ記憶手段、

(A02)被検査試料表面に設定した原点からの距離 r と前記原点を通る基準軸からの前記原点回りの回転角度 θ とを使用した r/θ 座標位置に対応させた前記被検査試料表面画像データを記憶する前記被検査試料表面画像データ記憶手段、(A03)前記被検査試料と同じ試料であって表面に欠陥が無いモデル試料の表面を荷電粒子ビームで走査したときに前記モデル試料表面のビーム照射部分から放出される放出線の検出データに相当するモデル表面画像データを記憶するモデル表面画像データ記憶手段、(A04)前記 r/θ 座標位置の被検査試料表面画像データをモデル表面画像データと比較することにより、被検査試料表面の各座標位置における欠陥の有無を検出する欠陥検出手段。

【請求項2】 次の要件(A05)を備えたことを特徴とする請求項1記載の試料表面検査装置、(A05)モデル試料表面に設定した原点からの距離 r と前記原点を通る基準軸からの前記原点回りの回転角度 θ とを使用した r/θ 座標位置に対応させた前記モデル表面画像データを記憶する前記モデル表面画像データ記憶手段。

【請求項3】 次の要件(A06)～(A08)を備えたことを特徴とする請求項1または2記載の試料表面検査装置、(A06)水平なXY平面内で互いに垂直なX軸およびY軸方向に移動可能な水平移動テーブルおよび鉛直な回転軸周りに回転可能な回転テーブルにより水平移動可能且つ回転可能に支持された試料保持装置と、前記水平移動テーブルを前記X軸およびY軸方向に移動させるX軸移動装置およびY軸移動装置を有する水平移動装置と、前記回転テーブルを回転駆動する回転駆動装置とを有する試料ステージ、(A07)前記試料ステージの試料保持装置に支持された被検査試料表面を前記回転テーブルにより回転させながら前記被検査試料表面に荷電粒子ビームを照射して、前記被検査試料表面から放出される放出線を検出する放出線検出装置を有し、前記被検査試料表面の回転中心に設定した原点からの距離 r と前記原点を通る基準軸からの前記原点回りの回転角度 θ とを使用した r/θ 座標位置に対応させた放出線の検出データである被検査試料の表面画像データを検出する荷電粒子ビーム走査装置、(A08)前記荷電粒子ビーム走査装置で検出された前記被検査試料の表面画像データを記憶する前記被検査試料表面画像データ記憶手段。

【請求項4】 次の要件(B01)～(B06)を備えたことを特徴とする試料表面検査装置、(B01)検査され

る試料表面である被検査試料表面を荷電粒子ビームで走査したときに前記被検査試料表面のビーム照射部分から放出される放出線の検出データを前記ビーム照射部分の座標位置に対応させたデータである被検査試料表面画像データを記憶する被検査試料表面画像データ記憶手段、

(B02)被検査試料表面に設定した原点からの距離 r と前記原点を通る基準軸からの前記原点回りの回転角度 θ とを使用した r/θ 座標位置に対応させた前記被検査試料表面画像データを記憶する前記被検査試料表面画像データ記憶手段、(B03)前記被検査試料と同じ試料であって表面に欠陥が無いモデル試料の表面を荷電粒子ビームで走査したときに前記モデル試料表面のビーム照射部分から放出される放出線の検出データに相当するモデル表面画像データを記憶するモデル表面画像データ記憶手段、(B04)モデル試料表面に設定した原点を通る垂直なX軸およびY軸により定まるXY座標位置に対応させた前記モデル表面画像データを記憶する前記モデル表面画像データ記憶手段、(B05)前記 r/θ 座標位置およびXY座標位置の一方の座標位置およびその座標位置に対応する表面画像データを他方の座標位置およびその座標位置に対応する表面画像データに変換する座標データ変換手段、(B06)前記変換された一方の座標位置およびその座標位置に対応する表面画像データと前記他方の座標位置およびその座標位置に対応する表面画像データとを比較することにより、被検査試料表面の各座標位置における欠陥の有無を検出する欠陥検出手段。

【請求項5】 次の要件(B07)～(B09)を備えたことを特徴とする請求項4記載の試料表面検査装置、

(B07)水平なXY平面内で互いに垂直なX軸およびY軸方向に移動可能な水平移動テーブルおよび鉛直な回転軸周りに回転可能な回転テーブルにより水平移動可能且つ回転可能に支持された試料保持装置と、前記水平移動テーブルを前記X軸およびY軸方向に移動させるX軸移動装置およびY軸移動装置を有する水平移動装置と、前記回転テーブルを回転駆動する回転駆動装置とを有する試料ステージ、(B08)前記試料ステージの試料保持装置に支持された被検査試料表面を前記回転テーブルにより回転させながら前記被検査試料表面に荷電粒子ビームを照射して、前記被検査試料表面から放出される放出線を検出する放出線検出装置を有し、前記被検査試料表面の回転中心に設定した原点からの距離 r と前記原点を通る基準軸からの前記原点回りの回転角度 θ とを使用した r/θ 座標位置に対応させた放出線の検出データである被検査試料の表面画像データを検出する荷電粒子ビーム走査装置、(B09)前記荷電粒子ビーム走査装置で検出された前記被検査試料の表面画像データを記憶する前記被検査試料表面画像データ記憶手段。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、シリコンウエハ

一、露光用マスク等の検査部品の欠陥（異物付着またはパターン欠陥等）の有無、種類等を検査する試料表面検査装置に関する。前記試料表面検査装置により検査した検査部品の欠陥の有無は、前記検査部品を特定する情報とともに、前記欠陥情報を蓄積管理することにより、その後で検査する部品の欠陥の種類判別作業等に利用することができる。なお、本明細書において、単に「欠陥」と記載した場合の「欠陥」は、原則として検査部品の品質を低下させる異物付着、パターン欠陥等のあらゆる欠陥を含む意味で使用される。また、「異物」と「欠陥」を対で使用する場合の「異物」および「欠陥」は、それぞれ「異物付着による欠陥」および「異物付着以外の欠陥」の意味で使用される。また、本明細書において「パターン欠陥」は検査部品上に形成されたパターンの欠陥を意味し、異物の付着等の欠陥を含まない意味で使用される。

【0002】

【従来の技術】従来の試料表面検査装置として次の技術（J01）が知られている。

（J01）特開平10-135288号公報記載の技術
この公報には、次の予備検査と詳細検査を行う技術が記載されている。

（1）予備検査

被検査ウエハ表面を、市販の光学式の部品検査装置を用いて予備検査し、検出結果を予備検査情報ファイルに記憶する。前記予備検査情報ファイルには、製品番号、ロット、被検査ウエハID、工程、製造装置、日付、等の他に、異物や欠陥の個数、被検査ウエハ上の位置、およびサイズなどが記憶される。前記予備検査情報ファイルに記憶された予備検査情報は、例えば、図53に示すように表示可能である。図53は予備検査情報の表示例を示す図であり、図53Aは被検査ウエハである被検査ウエハの外形および被検査ウエハ上の異物位置または欠陥位置を示す図、図53Bは異物番号または欠陥番号0、1、…とその位置、大きさ等の情報を表形式で示す図である。

【0003】（2）詳細検査

前記予備検査情報により、被検査ウエハの製造工程の欠陥発生状況や傾向を把握することが可能である。前記異物情報ファイルや欠陥情報ファイル等の予備検査情報ファイルに記憶された前記欠陥番号0、1、…とその位置、大きさ等の情報は、詳細検査を行う際に利用される。すなわち、前記予備検査情報を参考にして、レビュー装置（詳細検査を行う詳細検査装置）によりレビュー（詳細検査）を行い欠陥の種類を判別して記憶する。前記レビュー装置としては走査型電子顕微鏡を用いたレビューSEM（Scanning Electron Microscope、走査電子顕微鏡）が使用される。なお、本明細書において、「検査対象物の詳細検査を行って、欠陥（異物を含む）の具体的位置、形状、分布状況等を知り、欠陥の発生原因を

因を説明する」ことを「レビュー（Review）する」ということにする。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】前記予備検査において光学式の部品検査装置を使用する場合、予備検査にかかる時間は短い。予備検査における欠陥検出精度が低いという問題点がある。前記予備検査における欠陥検出精度を高くするために、SEM（走査型電子顕微鏡）を使用することが考えられる。すなわち、前記SEMにより被検査ウエハ表面の異物や成膜パターン異常を高倍率で予備検査する際、被検査ウエハをX軸方向、Y軸方向に直進移動させることにより、被検査ウエハ表面を順次電子ビーム照射位置に移動させては停止させ、停止状態で撮像した被検査ウエハのSEM画像により予備検査する方法が考えられる。また、被検査ウエハを回転移動させて、被検査ウエハ表面を走査して予備検査する方法も考えられる。

【0005】しかしながら従来、前記SEMによる被検査ウエハの予備検査は、被検査ウエハ表面を走査するのに必要な時間が長いために実用化されていない。また、前記予備検査において光学式の部品検査装置を使用し、詳細検査でSEMを使用すると、予備検査および詳細検査における被検査ウエハのXY座標位置がずれるため、座標位置の補正を行わなければならないという問題点もある。また、従来のSEMを使用した詳細検査も検査（走査）に要する時間が長いという問題点があった。本発明は、前述の事情に鑑み、下記の記載内容（O01）を課題とする。（O01）SEM（走査型電子顕微鏡）を使用して被検査ウエハの検査を行う際の検査に要する時間を短縮すること。

【0006】

【課題を解決するための手段】次に、前記課題を解決した本発明を説明するが、本発明の説明において本発明の構成要素の後に付記したカッコ内の符号は、本発明の構成要素に対応する後述の実施例の構成要素の符号である。なお、本発明を後述の実施例の構成要素の符号と対応させて説明する理由は、本発明の理解を容易にするためであり、本発明の範囲を実施例に限定するためではない。

【0007】（第1発明）前記課題を解決するために、第1発明の試料表面検査装置は、次の要件（A01）～（A04）を備えたことを特徴とする。（A01）検査される試料表面である被検査試料（W）表面を荷電粒子ビームで走査したときに前記被検査試料（W）表面のビーム照射部分から放出される放出線の検出データを前記ビーム照射部分の座標位置に対応させたデータである被検査試料表面画像データ（D）を記憶する被検査試料表面画像データ記憶手段（C1D2）、（A02）被検査試料（W）表面に設定した原点からの距離rと前記原点を通る基準軸からの前記原点回りの回転角度 θ とを使用した

r θ 座標位置に対応させた前記被検査試料表面画像データ(D)を記憶する前記被検査試料表面画像データ記憶手段(C1D2)、(A03)前記被検査試料(W)と同じ試料であって表面に欠陥が無いモデル試料の表面を荷電粒子ビームで走査したときに前記モデル試料表面のビーム照射部分から放出される放出線の検出データに相当するモデル表面画像データ(M)を記憶するモデル表面画像データ記憶手段(C1D1)、(A04)前記 r θ 座標位置の被検査試料表面画像データ(D)をモデル表面画像データ(M)と比較することにより、被検査試料(W)表面の各座標位置における欠陥の有無を検出する欠陥検出手段(C1E)。

【0008】(第1発明の作用)前記構成を備えた第1発明の試料表面検査装置では、被検査試料表面画像データ記憶手段(C1D2)は、検査される試料表面である被検査試料(W)表面を荷電粒子ビームで走査したときに前記被検査試料(W)表面のビーム照射部分から放出される放出線の検出データを前記ビーム照射部分の座標位置に対応させたデータである被検査試料表面画像データ(D)を記憶する。また、前記被検査試料表面画像データ記憶手段(C1D2)は、被検査試料(W)表面に設定した原点からの距離 r と前記原点を通る基準軸からの前記原点回りの回転角度 θ とを使用した r θ 座標位置に対応させた前記被検査試料表面画像データ(D)を記憶する。モデル表面画像データ記憶手段(C1D1)は、前記被検査試料(W)と同じ試料であって表面に欠陥が無いモデル試料の表面を荷電粒子ビームで走査したときに前記モデル試料表面のビーム照射部分から放出される放出線の検出データに相当するモデル表面画像データ(M)を記憶する。欠陥検出手段(C1E)は、前記 r θ 座標位置の被検査試料表面画像データ(D)をモデル表面画像データ(M)と比較することにより、被検査試料(W)表面の各座標位置における欠陥の有無を検出する。

【0009】前記第1発明では、欠陥の有無を検出するために記憶されたモデル表面画像データ(M)および被検査試料表面画像データ(D)が r θ 座標に対応して記憶される。前記欠陥を検出するために使用されるモデル表面画像データ(M)および被検査試料表面画像データ(D)は、試料を回転走査することにより高速に取得することができる。

【0010】(第2発明)また前記課題を解決するために第2発明の試料表面検査装置は、次の要件(B01)～(B06)を備えたことを特徴とする。(B01)検査される試料表面である被検査試料(W)表面を荷電粒子ビームで走査したときに前記被検査試料(W)表面のビーム照射部分から放出される放出線の検出データを前記ビーム照射部分の座標位置に対応させたデータである被検査試料表面画像データ(D)を記憶する被検査試料表面画像データ記憶手段(C1D2)、(B02)被検査試料(W)表面に設定した原点からの距離 r と前記原点を通

る基準軸からの前記原点回りの回転角度 θ とを使用した r θ 座標位置に対応させた前記被検査試料表面画像データ(D)を記憶する前記被検査試料表面画像データ記憶手段(C1D2)、(B03)前記被検査試料(W)と同じ試料であって表面に欠陥が無いモデル試料の表面を荷電粒子ビームで走査したときに前記モデル試料表面のビーム照射部分から放出される放出線の検出データに相当するモデル表面画像データ(M)を記憶するモデル表面画像データ記憶手段(C1D1)、(B04)モデル試料表面に設定した原点を通る垂直なX軸およびY軸により定まるXY座標位置に対応させた前記モデル表面画像データ(M)を記憶する前記モデル表面画像データ記憶手段(C1D1)、(B05)前記 r θ 座標位置およびXY座標位置の一方の座標位置およびその座標位置に対応する表面画像データを他方の座標位置およびその座標位置に対応する表面画像データに変換する座標・データ変換手段(C1F)、(B06)前記変換された一方の座標位置およびその座標位置に対応する表面画像データと前記他方の座標位置およびその座標位置に対応する表面画像データとを比較することにより、被検査試料(W)表面の各座標位置における欠陥の有無を検出する欠陥検出手段(C1E)。

【0011】(第2発明の作用)前記構成を備えた第2発明の試料表面検査装置では、被検査試料表面画像データ記憶手段(C1D2)は、検査される試料表面である被検査試料(W)表面を荷電粒子ビームで走査したときに前記被検査試料(W)表面のビーム照射部分から放出される放出線の検出データを前記ビーム照射部分の座標位置に対応させたデータである被検査試料(W)表面画像データを記憶する。また、前記被検査試料表面画像データ記憶手段(C1D2)は、被検査試料(W)表面に設定した原点からの距離 r と前記原点を通る基準軸からの前記原点回りの回転角度 θ とを使用した r θ 座標位置に対応させた前記被検査試料表面画像データ(D)を記憶する。モデル表面画像データ記憶手段(C1D1)は、前記被検査試料(W)と同じ試料であって表面に欠陥が無いモデル試料の表面を荷電粒子ビームで走査したときに前記モデル試料表面のビーム照射部分から放出される放出線の検出データに相当するモデル表面画像データ(M)を記憶する。また、前記モデル表面画像データ記憶手段(C1D1)は、モデル試料表面に設定した原点を通る垂直なX軸およびY軸により定まるXY座標位置に対応させた前記モデル表面画像データ(M)を記憶する。

【0012】座標・データ変換手段(C1F)は、前記 r θ 座標位置およびXY座標位置の一方の座標位置およびその座標位置に対応する表面画像データを他方の座標位置およびその座標位置に対応する表面画像データに変換する。欠陥検出手段(C1E)は、前記変換された一方の座標位置およびその座標位置に対応する表面画像データと前記他方の座標位置およびその座標位置に対応す

る表面画像データとを比較することにより、被検査試料(W)表面の各座標位置における欠陥の有無を検出する。

【0013】前記第2発明では、記憶されたモデル表面画像データ(M)および被検査試料表面画像データ

(D)が $r\theta$ 座標に対応して記憶される。前記 $r\theta$ 座標に対応して記憶されたモデル表面画像データ(M)および被検査試料表面画像データ(D)は、試料を回転走査することにより検出することができるので、データ検出作業を高速に行うことができる。

【0014】

【発明の実施の形態】(第1発明の実施の形態1)第1発明の実施の形態1は、前記第1発明の試料表面検査装置において、下記の要件(A05)を備えたことを特徴とする。(A05)モデル試料表面に設定した原点からの距離 r と前記原点を通る基準軸からの前記原点回りの回転角度 θ とを使用した $r\theta$ 座標位置に対応させた前記モデル表面画像データ(M)を記憶する前記モデル表面画像データ記憶手段(C101)。

【0015】(第1発明の実施の形態1の作用)前記構成を備えた第1発明の実施の形態1では、前記モデル表面画像データ記憶手段(C101)は、モデル試料表面に設定した原点からの距離 r と前記原点を通る基準軸からの前記原点回りの回転角度 θ とを使用した $r\theta$ 座標位置に対応させた前記モデル表面画像データ(M)を記憶する。前記 $r\theta$ 座標位置に対応させた前記モデル表面画像データ(M)は、モデル試料を回転走査することにより容易に短時間に作成することができる。

【0016】(第1発明の実施の形態2)第1発明の実施の形態2の試料表面検査装置は、前記第1発明または第1発明の実施の形態1において、下記の要件(A06)～(A08)を備えたことを特徴とする。(A06)水平なXY平面内で互いに垂直なX軸およびY軸方向に移動可能な水平移動テーブル(STx、STy)および鉛直な回転軸周りに回転可能な回転テーブル(STr)により水平移動可能且つ回転可能に支持された試料保持装置(26～37、M6、MD6、LS3、LS4)と、前記水平移動テーブル(STx、STy)を前記X軸およびY軸方向に移動させるX軸移動装置(Dx+Mx)およびY軸移動装置(Dy+My)を有する水平移動装置(Dx+Mx+Dy+My)と、前記回転テーブル(STr)を回転駆動する回転駆動装置(MD4+M4)とを有する試料ステージ(U3)、(A07)前記試料ステージ(U3)の試料保持装置(26～37、M6、MD6、LS3、LS4)に支持された被検査試料(W)表面を前記回転テーブル(STr)により回転させながら前記被検査試料(W)表面に荷電粒子ビームを照射して、前記被検査試料(W)表面から放出される放出線を検出する放出線検出装置(54、54')を有し、前記被検査試料(W)表面の回転中心に設定した原点からの距離 r と前記原点を通る基

準軸からの前記原点回りの回転角度 θ とを使用した $r\theta$ 座標位置に対応させた放出線の検出データである被検査試料(W)の表面画像データを検出する荷電粒子ビーム走査装置(SEM1)、(A08)前記荷電粒子ビーム走査装置(SEM1)で検出された前記被検査試料(W)の表面画像データを記憶する前記被検査試料表面画像データ記憶手段(C102)。

【0017】(第1発明の実施の形態2の作用)前記構成を備えた第1発明の実施の形態2では、試料ステージ(U3)の試料保持装置(26～37、M6、MD6、LS3、LS4)は、水平なXY平面内で互いに垂直なX軸およびY軸方向に移動可能な水平移動テーブル(STx、STy)および鉛直な回転軸周りに回転可能な回転テーブル(STr)により水平移動可能且つ回転可能に支持される。X軸移動装置(Dx+Mx)およびY軸移動装置(Dy+My)を有する水平移動装置(Dx+Mx+Dy+My)は、前記水平移動テーブル(STx、STy)を前記X軸およびY軸方向に移動させる。回転駆動装置(MD4+M4)は、前記回転テーブル(STr)を回転駆動する。荷電粒子ビーム走査装置(SEM1)の放出線検出装置(54、54')は、前記試料ステージ(U3)の試料保持装置(26～37、M6、MD6、LS3、LS4)に支持された被検査試料(W)表面を前記回転テーブル(STr)により回転させながら前記被検査試料(W)表面に荷電粒子ビームを照射して、前記被検査試料(W)表面から放出される放出線を検出する。前記荷電粒子ビーム走査装置(SEM1)は、被検査試料(W)表面の回転中心に設定した原点からの距離 r と前記原点を通る基準軸からの前記原点回りの回転角度 θ とを使用した $r\theta$ 座標位置に対応させた放出線の検出データである被検査試料表面画像データ(D)を検出する。前記被検査試料表面画像データ記憶手段(C102)は、前記荷電粒子ビーム走査装置(SEM1)で検出された前記被検査試料(W)の表面画像データを記憶する。この第1発明の実施の形態2では、 $r\theta$ 座標位置に対応させた放出線の検出データである被検査試料表面画像データ(D)を、回転テーブル(STr)を使用して短時間で検出することができる。

【0018】(第1発明の実施の形態3)第1発明の実施の形態3の試料表面検査装置は、前記第1発明または第1発明の実施の形態1もしくは2において次の要件(A09)を備えたことを特徴とする。(A09)走査型電子顕微鏡により構成された前記荷電粒子ビーム走査装置(SEM1)。

【0019】(第1発明の実施の形態3の作用)前記構成を備えた第1発明の実施の形態3の試料表面検査装置では、前記荷電粒子ビーム走査装置(SEM1)は走査型電子顕微鏡により構成される。したがって、前記走査型電子顕微鏡により、前記 $r\theta$ 座標位置に対応させた放出線の検出データである被検査試料表面画像データ

(D)を、回転テーブル(STr)を使用して短時間で検出することができる。

【0020】(第1発明の実施の形態4)第1発明の実施の形態4の試料表面検査装置は、前記第1発明の実施の形態2または3のいずれかにおいて次の要件(A010)～(A012)を備えたことを特徴とする、(A010)前記X軸およびY軸の一方の軸に平行且つ所定間隔離れた複数の直線上に形成され且つ他方の軸方向から見た場合に前記一方の軸方向に隙間無く並ぶように配置された複数の一定形状のビーム通過口(AS0～AS399、BS0～BS399)を有し、前記複数の各ビーム通過口(AS0～AS399、BS0～BS399)を通過する荷電粒子ビームに各ビーム通過口(BS0～BS399)毎に異なる識別周波数を印加するビーム識別周波数印加部材(PL2)、(A011)前記試料表面から放出される放出線を検出する放出線検出器(54a')と、前記放出線検出器(54a')により検出された放出線が有する識別周波数情報に基づいて前記放出線を前記複数の各ビーム通過口(AS0～AS399、BS0～BS399)を通過した荷電粒子ビームの前記試料表面の照射部分から放出された放出線毎に分離する放出線分離装置(54b')とを有し、前記各ビーム通過口(AS0～AS399、BS0～BS399)を通過した各荷電粒子ビームの照射部分毎に放出線を検出する前記放出線検出装置(54')、(A012)前記放出線検出装置(54')が検出した放出線を放出した試料表面位置である前記各荷電粒子ビームの試料表面の照射部分の位置を検出するビーム照射試料表面位置検出手段。

【0021】(第1発明の実施の形態4の作用)前記構成を備えた第1発明の実施の形態4の試料表面検査装置では、ビーム識別周波数印加部材(PL2)は、前記X軸およびY軸の一方の軸に平行且つ所定間隔離れた複数の直線上に形成され且つ他方の軸方向から見た場合に前記一方の軸方向に隙間無く並ぶように配置された複数の一定形状のビーム通過口(AS0～AS399、BS0～BS399)を有し、前記複数の各ビーム通過口(BS0～BS399)を通過する荷電粒子ビームに各ビーム通過口(BS0～BS399)毎に異なる識別周波数を印加する。前記放出線検出装置(54')は、前記試料表面から放出される放出線を検出する放出線検出器(54a')と、前記放出線検出器(54a')により検出された放出線が有する識別周波数情報に基づいて前記放出線を前記複数の各ビーム通過口(AS0～AS399、BS0～BS399)を通過した荷電粒子ビームの前記試料表面の照射部分から放出された放出線毎に分離する放出線分離装置(54b')とを有し、前記各ビーム通過口(AS0～AS399、BS0～BS399)を通過した各荷電粒子ビームの照射部分毎に放出線を検出する。ビーム照射試料表面位置検出手段は前記放出線検出装置(54')が検出した放出線を放出した試料表面位置である前記各荷電粒

子ビームの試料表面の照射部分の位置を検出する。したがって、前記複数の一定形状のビーム通過口(AS0～AS399、BS0～BS399)を通過する荷電粒子ビームにより、試料表面の複数のビーム照射部分からの放出線を分離して検出することができる。このため、一度に試料表面の複数のビーム照射部分からの放出線を検出できるので、試料の表面検査速度が向上する。

【0022】前記本発明において、前記放出線検出装置(54、54')としては、二次電子検出装置、反射電子検出装置、オージェ電子検出装置、X線検出装置等を使用可能である。また、前記被検査用の試料としては、被検査ウエハ、または、露光用のマスク等を使用可能である。

【0023】(第2発明の実施の形態1)第2発明の実施の形態1の試料表面検査装置は、前記第2発明において次の要件(B07)～(B09)を備えたことを特徴とする、(B07)水平なXY平面内で互いに垂直なX軸およびY軸方向に移動可能な水平移動テーブル(STx、STy)および鉛直な回転軸周りに回転可能な回転テーブル(STr)により水平移動可能且つ回転可能に支持された試料保持装置(26～37、M6、MD6、LS3、LS4)と、前記水平移動テーブル(STx、STy)を前記X軸およびY軸方向に移動させるX軸移動装置(Dx+Mx)およびY軸移動装置(Dy+My)を有する水平移動装置(Dx+Mx+Dy+My)と、前記回転テーブル(STr)を回転駆動する回転駆動装置(D4+M4)とを有する試料ステージ(U3)、(B08)前記試料ステージ(U3)の試料保持装置(26～37、M6、MD6、LS3、LS4)に支持された被検査試料(W)表面を前記回転テーブル(STr)により回転させながら前記被検査試料(W)表面に荷電粒子ビームを照射して、前記被検査試料(W)表面から放出される放出線を検出する放出線検出装置(54)を有し、前記被検査試料(W)表面の回転中心に設定した原点からの距離rと前記原点を通る基準軸からの前記原点回りの回転角度θとを使用したrθ座標位置に対応させた放出線の検出データである被検査試料(W)の表面画像データを検出する荷電粒子ビーム走査装置(SEM1)、(B09)前記荷電粒子ビーム走査装置(SEM1)で検出された前記被検査試料(W)の表面画像データを記憶する前記被検査試料表面画像データ記憶手段(C1D2)。

【0024】(第2発明の実施の形態1の作用)前記構成を備えた第2発明の実施の形態1の試料表面検査装置では、試料ステージ(U3)の試料保持装置(26～37、M6、MD6、LS3、LS4)は、水平なXY平面内で互いに垂直なX軸およびY軸方向に移動可能な水平移動テーブル(STx、STy)および鉛直な回転軸周りに回転可能な回転テーブル(STr)により水平移動可能且つ回転可能に支持される。X軸移動装置(Dx+Mx)およびY軸移動装置(Dy+My)を有する水平移動装置

($DX-MX+DY-MY$)は、前記水平移動テーブル(STx , STy)を前記X軸およびY軸方向に移動させる回転駆動装置($D4+M1$)は、前記回転テーブル(STr)を回転駆動する。荷電粒子ビーム走査装置($SEM1$)の放出線検出装置(54)は、前記試料ステージ($U3$)の試料保持装置(26~37, $M6$, $MD6$, L , $S3$, $LS1$)に支持された被検査試料(W)表面を前記回転テーブル(STr)により回転させながら前記被検査試料(W)表面に荷電粒子ビームを照射して、前記被検査試料(W)表面から放出される放出線を検出する。前記荷電粒子ビーム走査装置($SEM1$)は、被検査試料(W)表面の回転中心に設定した原点からの距離 r と前記原点を通る基準軸からの前記原点回りの回転角度 θ とを使用した $r\theta$ 座標位置に対応させた放出線の検出データである被検査試料表面画像データ(D)を検出する。前記被検査試料表面画像データ記憶手段($C1D2$)は、前記荷電粒子ビーム走査装置($SEM1$)で検出された前記被検査試料(W)の表面画像データを記憶する。この第2発明の実施の形態2では、 $r\theta$ 座標位置に対応させた放出線の検出データである被検査試料表面画像データ(D)を、回転テーブル(STr)を使用して短時間で検出することができる。

【0025】(第2発明の実施の形態2)第2発明の実施の形態2の試料表面検査装置は、前記第2発明または第2発明の実施の形態1において次の要件(B010)を備えたことを特徴とする。(B010)走査型電子顕微鏡により構成された前記荷電粒子ビーム走査装置($SEM1$)。

【0026】(第2発明の実施の形態2の作用)前記構成を備えた第2発明の実施の形態2の試料表面検査装置では、前記荷電粒子ビーム走査装置($SEM1$)は走査型電子顕微鏡により構成される。したがって、前記走査型電子顕微鏡により、前記 $r\theta$ 座標位置に対応させた放出線の検出データである被検査試料表面画像データ(D)を、回転テーブル(STr)を使用して短時間で検出することができる。

【0027】

【実施例】次に図面を参照しながら、本発明の実施例の試料表面検査装置を説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。なお、以後の説明の理解を容易にするために、図面において、前後方向をX軸方向、右左方向をY軸方向、上下方向をZ軸方向とし、矢印 X 、 $-X$ 、 Y 、 $-Y$ 、 Z 、 $-Z$ で示す方向または示す側をそれぞれ、前方、後方、右方、左方、上方、下方、または、前側、後側、右側、左側、上側、下側とする。また、図中、「□」の中に「○」が記載されたものは紙面の裏から表に向かう矢印を意味し、「○」の中に「□」が記載されたものは紙面の表から裏に向かう矢印を意味するものとする。

【0028】(実施例1)図1は本発明の試料表面検査

装置の実施例1の全体説明図である。図2は同実施例1の全体斜視図である。図3は同実施例の部分平面図である。図1~図3において、試料表面検査装置1は、予備検査用走査型電子顕微鏡 $SEM1$ および詳細検査用走査型電子顕微鏡 $SEM2$ を有している。前記予備検査用走査型電子顕微鏡 $SEM1$ および詳細検査用走査型電子顕微鏡 $SEM2$ は真空試料室Aを形成する外壁1の上壁部2に支持されている。前記真空試料室A内には試料ステージ $U3$ が配置されており、試料ステージ $U3$ は外壁1の底壁3上に支持されている。

【0029】試料ステージ $U3$ は、Yテーブル STy およびXテーブル STx を有するXYテーブル($STx-STy$)と、回転テーブル STr とを有している。前記回転テーブル STr 上には図1、図3に示す試料(ウエハ)Wが支持されている。外壁1の右側壁部4には試料ステージ制御機構や真空ポンプ等を収容する作動部材収容室Bが配置されている。前記作動部材収容室Bの右側には試料検査制御装置Cが配置されている。試料検査制御装置Cは $SEM1$ 用コントローラC1(図8参照)および $SEM2$ 用コントローラC2(図8参照)と、前記各コントローラC1およびC2に接続されたSEM画像用のディスプレイD1およびD3と、 $SEM1$ 、 $SEM2$ に装着された光学撮像装置用のディスプレイD2、D4(図1、図8参照)を有している。

【0030】図3において、前記真空試料室Aを形成する外壁1の後壁部(-X側の壁部)5外側には試料交換室Eおよびカセット収納室Fが配置されている。前記真空試料室A、試料交換室E、およびカセット収納室Fはいずれも真空ポンプ(図示せず)に接続されており、所定のタイミングで真空にされる。前記真空試料室Aおよび試料交換室Eの間には、仕切弁6(図3参照)により連通または遮断される連通口(図示せず)が設けられている。前記試料交換室Eおよび前記カセット収納室Fの間には、仕切弁7(図3参照)により連通または遮断される連通口(図示せず)が設けられている。

【0031】前記カセット収納室Fの上壁にはウエハカセットWKを出入させるための外部仕切弁8が設けられている。ウエハカセットWKは、外部仕切弁8の上方を通過するように配置された図示しないチェーンコンベアにより搬送されるカセット搬送部材(図示せず)の上下に伸縮可能なエアシリンダ下端に設けた真空吸着パッドにより吸着された状態で、前記外部仕切弁8から出入される。

【0032】カセット収納室Fに配置されたウエハカセットWKには、複数のウエハ(試料)Wが取出可能に収納されている。前記ウエハカセットWKは図15に示すように、カセットテーブル昇降用モータ ML により昇降するように構成されている。図2、図3において、試料交換室Eに配置されたウエハ搬送部材9はウエハWを支持する搬送アーム9aを有している。前記搬送アーム9a

は、上下動、鉛直軸周りの回転、直進が可能であり、前記ウエハセットWKと試料ステージU3との間で前記ウエハWを搬送する。図15から分かるように、搬送アーム9aは、アーム回転モータM1により鉛直軸周りに回転し、アーム直進モータM2により直進し、アーム昇降モータM3により昇降可能に構成されている。なお、前記搬送アーム9aを移動させる構成は従来周知である。

【0033】図4は真空試料室（真空作業室）内に配置されたXYテーブルに支持された回転テーブルの昇降ロッドの説明図で、前記図3の1V-1V線断面図である。図5は前記図4の要部拡大図である。図6は前記図5の回転テーブル上に設置された試料Wの位置決め機構の説明図で、回転テーブルが前記図5とは異なる位置に回転したときの断面図である。

【0034】図4において、前記真空試料室A内に配置された試料ステージU3は、ウエハWを前記予備検査用走査型電子顕微鏡SEM1または詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2により検査を行う位置（作業位置）に移動させるための装置である。試料ステージU3の前記YテーブルSTy上には前記XテーブルSTxがX軸方向（前後方向）に移動可能に支持されている。前記XテーブルSTx上にはベアリング11を介して円形の回転テーブルSTrが回転可能に支持されている。回転テーブルSTrにはガイド溝12およびアーム収容溝13（図6参照）が形成されている。また前記回転テーブルSTrはその外周にギヤ14が形成されており、ギヤ14は回転テーブル駆動モータM4（図16参照）により回転するウォームギヤ16と噛み合っている。そして回転テーブルSTrは、前記ウォームギヤ16の回転にともなって回転するように構成されている。

【0035】図5において、回転テーブルSTrには、前記搬送アーム9aにより真空試料室A内に搬送されたウエハWを受け取ったり、作業済のウエハWを搬送アーム9a上に移動させるための上下動テーブル17が上下動可能に支持されている。上下動テーブル17は上端に設けた円形の試料載置プレート17aおよび下方に伸びるロッド17bを有している。前記ロッド17b下端にはバネ受けプレート18が固定されている。バネ受けプレート18と前記回転テーブルSTr下面との間には圧縮バネ19が配置されている。前記圧縮バネ19により前記上下動テーブル17は、常時下方に付勢され（押し下げられ）ている。前記上下動テーブル17の下面には、扇形のテコ20が水平軸21周りに回転可能に支持されている。前記テコ20のテーブル支持面20aは上下動テーブル17の下端を支持している。テコ20の被押圧面20bには、ナット22先端のボール22aが当接している。ナット22には被ガイドバー23が一体的に設けられており、被ガイドバー23は前記回転テーブルSTrに形成された前記ガイド溝12に係合している。

【0036】前記回転テーブルSTrの下面には上下動

テーブル駆動モータM5（図5、図15参照）が支持されており、上下動テーブル駆動モータM5により回転するボルト軸（ネジが形成された軸）24は前記ナット22と螺合している。したがって、前記上下動テーブル駆動モータM5が回転したときにはボルト軸24が回転し、ナット22および被ガイドバー23は前記ガイド溝12に沿って移動し、そのとき前記テコ20が前記水平軸21周りに回転するように構成されている。そして、テコ20の回転によりテコ20のテーブル支持面20aが上下し、それに連動して前記上下動テーブル17が上下動するように構成されている。なお、前記ナット22および被ガイドバー23の移動範囲の両端には、前記被ガイドバー23との接触により作動するリミットスイッチLS1、LS2が配置されており、前記ナット22の移動範囲は制限されている。

【0037】図5、図6に示すように、回転テーブルSTr上の前記上下動テーブル17周囲には、ウエハ支持部材としての複数の球面部材26が設けられている。また図6から分かるように、前記複数の球面部材26の外側には鉛直軸回りに回転自在なウエハWの位置決め用の基準ローラ27、27（1個のみ図示）、および移動ローラ28が設けられている。図6において、前記移動ローラ28は、図6で紙面に垂直な方向に伸びる揺動アーム29により鉛直軸回りに回転自在に支持されており、前記揺動アーム29は、前記回転テーブルSTr上面に設けられた図6に示す前記アーム収容溝13内で水平方向に揺動して、移動ローラ28を図6の実線位置と2点鎖線位置との間で移動させるように構成されている。図6に示すように、揺動アーム29先端には下方に伸びる揺動用被作動部材31が設けられている。揺動用被作動部材31は回転テーブルSTr下面に配置された引張バネ32により常時回転テーブルSTrの中心側に向かって付勢されている。また、揺動用被作動部材31にはナット33先端のボール33aが当接している。ナット33には被ガイドバー34が一体的に設けられており、被ガイドバー34は前記回転テーブルSTrに支持されたブラケット36に形成されたガイド溝36aに係合している。

【0038】前記ブラケット36にはワーク位置決めモータM6が支持されており、ワーク位置決めモータM6により回転するボルト軸（ネジが形成された軸）37は前記ナット33と螺合している。なお、ワーク位置決めモータM6はワーク位置決めモータ駆動回路DM6（図16参照）により駆動される。したがって、前記ワーク位置決めモータM6が回転したときにはボルト軸37が回転し、ナット33および被ガイドバー34は前記ガイド溝36aに沿って移動し、そのとき前記揺動用被作動部材31および揺動アーム29が鉛直な揺動軸（図示せず）周りに揺動するように構成されている。そして、揺動アーム29の揺動により前記移動ローラ28が移動して、

ウエハWを基準ローラ27、27に押し付けて位置決めするように構成されている。なお、前記ナット33および被ガイドバー34の移動範囲の両端には、前記被ガイドバー34との接触により作動するリミットスイッチLS3、LS4が配置されており、前記ナット33の移動範囲は制限されている。前記符号26〜37、M6、MD6、LS3、LS4で示された要素によりウエハ保持装置（試料保持装置）（26〜37、M6、MD6、LS3、LS4）が構成されている。

【0039】図5において、前記移動ローラ28により前記基準ローラ27、27に押し付けられて位置決め固定されたウエハWは、回転テーブルSTr、XテーブルSTx、YテーブルSTyにより、真空試料室Aに設けられた前記予備検査用走査型電子顕微鏡SEM1または詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2（図1、図4参照）に対して所望の位置に移動し、検査が行われる。

【0040】図7は前記詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2の前記上壁部2への取付構造を示す図である。詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2は、試料ステージUSに支持されたウエハWに対する電子ビームの照射角度を調節できるようにするため、上壁部2に回転可能且つ回転位置を調節可能に支持されている。すなわち、前記上壁部2には、鏡筒支持部材38が固定されている。鏡筒支持部材38は断面長円形の鏡筒貫通孔38aと上面に形成された円筒状ガイド面38bと、円筒状ガイド面38bの円周方向に形成された小さなローラガイド溝38cとを有している。

【0041】前記鏡筒貫通孔38aには詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2の鏡筒が貫通している。詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2の外側面にはローラ支持部材39が連結されている。ローラ支持部材39の外端部に回転自在に支持されたローラ41は前記円筒状ガイド面38b上を前記ローラガイド溝38cに沿って回転可能であり、その回転により前記詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2は左右軸（Y軸）周りに回転可能である。なお、前記鏡筒支持部材38下端と前記詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2下端部との間は真空保持用のベローズ42により連結されている。

【0042】図2、図4、図7において、前記ローラ支持部材39の左端部（-Y端部）には円弧状ギヤ13が固定されている。前記円弧状ギヤ13に噛み合うウォームギヤ44は、前記上壁部2の上面に設けたウォームギヤ支持部材46および鏡筒傾斜用モータユニットM7により回転可能に支持されている。前記鏡筒傾斜用モータユニットM7の回転駆動により前記詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2の傾斜姿勢を調節可能である。なお、本実施例では傾斜可能な詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2を設けているが、本発明の試料表面検査装置は、前記詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2を傾斜不可能に固定支持することも可能であり、また、詳細検査

用走査型電子顕微鏡SEM2自体を省略することも可能である。

【0043】図8は試料検査制御装置Cに接続された予備検査用走査型電子顕微鏡SEM1の構成要素のブロック線図である。図8において予備検査用走査型電子顕微鏡SEM1は、検査用鏡筒47、電子銃カソード（電子銃）F1、電子銃引出電極F2、収束レンズF3、ブランキングコイルF4、照明用の光源F5、電子ビームをX軸、Y軸方向にそれぞれ走査させるためのX偏向器F6、Y偏向器F7、および電子ビームを被検査ウエハW上に収束させる対物レンズF8等を有している。前記電子銃カソード（電子銃）F1および電子銃引出電極F2により電子銃（F1+F2）が構成されている。また、前記収束レンズF3および対物レンズF8によりビーム縮小レンズ系（F3+F8）が構成されている。前記Y偏向器F7は第1Y偏向器F7aおよび第2Y偏向器F7bを有している。

【0044】前記符号F1〜F8で示された要素はそれぞれ、カソード用電源回路E1、電子銃引出用電源回路E2、収束レンズ駆動回路E3、ブランキングコイル駆動回路E4、照明用電源回路E5、X偏向器駆動回路E6、Y偏向器駆動回路E7、対物レンズ駆動回路E8により作動する。前記Y偏向器駆動回路E7は、前記第1Y偏向器F7aを駆動する第1Y偏向器駆動回路E7aおよび前記第2Y偏向器F7bを駆動する第2Y偏向器駆動回路E7bを有している。前記X偏向器駆動回路E6およびY偏向器駆動回路E7により偏向器駆動回路（E6+E7）が構成されている。前記符号E1〜E8で示された回路は前記試料検査制御装置CのSEM1用コントローラC1が出力する制御信号により作動する。前記符号F1〜F4、F6〜F8、E1〜E4、E6〜E8で示された要素により電子ビーム走査装置（F1〜F4+F6〜F8+E1〜E4+E6〜E8）が構成されている。

【0045】図8において、前記Y偏向器F7の下方にはカセグレン鏡48が配置され、その上方にはミラー49が配置されている。前記光源F5から出射してレンズ系51でコリメートされた照明光は、ハーフミラー52で反射し、前記ミラー49およびカセグレン鏡48を通過して被検査ウエハWを照射する。被検査ウエハWの反射光は、前記カセグレン鏡48、ミラー49、ハーフミラー52を通過してCCD等を有する光学像撮影装置53で撮影される。撮影光学像は、ディスプレイD2に表示されるとともに、デジタルデータに変換されてSEM1用コントローラC1に入力される。

【0046】前記予備検査用走査型電子顕微鏡SEM1下端の外周部には2次電子検出器54aが保持されている。前記2次電子検出器54aおよび図示しない2次電子増幅回路等から2次電子検出装置（すなわち、放出線検出装置）54（図8等参照）が構成されている。なお、前記2次電子検出装置の代わりに、反射電子、オー

ジェ電子等を検出する放出線検出装置を使用することが可能である。

【0047】図9は詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2の構成要素のブロック線図である。図9において詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2は、前記図8に示す予備検査用走査型電子顕微鏡SEM1と同様の構成を備えている。すなわち、図9において詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2は、検査用銃筒47'、電子銃カソード（電子銃）F11、電子銃引出電極F12、収束レンズF13、ブランキングコイルF14、照明用の光源F15、電子ビームをX軸、Y軸方向にそれぞれ走査させるためのX偏向器F16、Y偏向器F17、および電子ビームを被検査ウエハW上に収束させる対物レンズF18等を有している。

【0048】前記符号F11～F18で示された要素はそれぞれ、カソード用電源回路E11、電子銃引出用電源回路E12、収束レンズ駆動回路E13、ブランキングコイル駆動回路E14、照明用電源回路E15、X偏向器駆動回路E16、Y偏向器駆動回路E17、対物レンズ駆動回路E18により作動する。前記符号E11～E18で示された回路は前記試料検査制御装置CのSEM2用コントローラC2が出力する制御信号により作動する。前記符号F11～F14、F16～F18、E11～E14、E16～E18で示された要素により電子ビーム走査装置（F11～F14＋F16～F18＋E11～E14＋E16～E18）が構成されている。

【0049】また、図9において、前記Y偏向器F17の下方にはカセグレン鏡48'が配置され、その上方にはミラー49'が配置されている。前記光源F15から出射してレンズ系51'でコリメートされた照明光は、ハーフミラー52'で反射し、前記ミラー49'およびカセグレン鏡48'を通過して被検査ウエハWを照射する。被検査ウエハWの反射光は、前記カセグレン鏡48'、ミラー49'、ハーフミラー52'を通過してCCD等を有する光学像撮影装置53'で撮影される。撮影光学像は、ディスプレイD4に表示されるとともに、デジタルデータに変換されてSEM2用コントローラC2に入力される。

【0050】前記詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2下端の外周部には2次電子検出器54a'が保持されている。前記2次電子検出器54a'および図示しない2次電子増幅回路等から前記SEM2の反射ビーム検出装置（すなわち、放出線検出装置）54'（図9等参照）が構成されている。また前記詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2下端の外周部にはEDS（Energy Dispersive X-ray Spectrometer、エネルギー分散X線分光装置）のX線検出器55が装着されている。EDSは、図9に示すように、SEM2用コントローラC2の制御信号により作動し、その検出信号は、SEM2用コントローラC2に入力されている。

【0051】図10は本発明の実施例1の被検査ウエハ

の検査用データ検出方法の説明図であり、被検査ウエハを回転させながら検査する回転検査領域と被検査ウエハをX方向およびY方向に直進移動させながら検査するXY直進走査領域とに分けて検査用データを検出する方法の説明図である。図11は同実施例1の被検査ウエハWの検査用データ検出方法の詳細説明図で、回転検査領域の検査用データ検出方法の説明図である。図12は前記図11の要部拡大説明図である。図13はXY直進走査領域の検査用データ検出方法の説明図である。図14は前記図13の拡大説明図である。図10において被検査ウエハWの表面は、全検査領域を内側に含むように設定された外側設定円W1と、前記被検査ウエハW表面の中心W0を含むウエハ中心部に設定された内側設定円W2との間の領域であるリング状の回転走査領域RAと、前記内側設定円W2に外接する矩形W3の内側の領域である矩形領域（XY直進走査領域）RBとに分けて検査（走査）される。

【0052】（回転走査領域RA）図10、図11において、外側設定円W1は直径300mm（半径150mm）の被検査ウエハWの外周円から1mm内側に設定されており、内側設定円W2は被検査ウエハの中心W0を中心とする半径30mm（直径60mm）の円により形成されている。この場合外側設定円W1と内側設定円W2との半径の差（すなわち、リング状の回転走査領域RAの半径方向の長さは、 $150\text{mm} - 30\text{mm} - 1\text{mm} = 119\text{mm}$ である。この場合、回転走査領域RAは、半径方向に0.1mm間隔で描かれる円により、1190のリング状領域に分割される。すなわち、外側から内側に向かって順次、リング状回転走査領域RA0、RA1、RA2、RA3、RA4、RA5、RA6、…、RA_{n-1}、RA_n、RA_{n+1}、…、RA1188、RA1189に分割される。そして、リング状回転走査領域RA0、RA1、RA2、RA3、…は、一番外側の領域RA0から順次内側に検査（走査）される。

【0053】前記回転走査領域RAの走査（検査）は、XYテーブル（STx+STy）を停止した状態で回転テーブルSTrを連続5回転することにより行う。すなわち、図11において、電子ビーム照射位置がP0（図11参照）となる位置に試料ステージ13を移動させた後、回転テーブルSTrを時計方向に θ a回転させる。その位置から回転テーブルSTrを反時計方向に回転させてビーム照射位置がP0になった時から前記第1Y偏向器F7aによりリング状回転走査領域RA0をY方向に、0.1mm幅で且つ前記0.1mm幅を1 μm 間隔の100ドットに分割して走査しながら、回転テーブルSTrを連続5回転させる。すなわち、本実施例1では、ウエハW表面を走査する電子ビームのビーム幅は1 μm である。前記回転テーブルSTrが最初の1回転を行ったときに、前記第2Y偏向器F7bによりビーム照射位置を-Y方向に0.1mm移動（すなわち、Y方向に-0.1mm

m移動)させてP1(図11参照)に移動させるとリング状回転走査領域RA1の走査が連続して行われる。

【0054】このようにして、前記回転テーブルSTRを連続5回転させながら、1回転する毎に前記第2Y偏向器F7bによりビーム照射位置を-Y方向に0.1mm偏向させることにより、5個のリング状回転走査領域RA0~RA4の走査(検査)を連続して行う。このときの各リング状回転走査領域RA0、RA1、RA2、RA3、RA4、…の走査順序は図11の矢印Tで示すとおりである。前記5個のリング状回転走査領域RA0~RA4の走査幅の合計幅は $0.1\text{mm} \times 5 = 0.5\text{mm}$ であり、前記0.5mmの走査幅はXYテーブルの移動を伴うことなく、電子ビームのY軸方向の偏向のみにより走査される。前述のように回転開始時に時計方向に θ a回転してから、反時計方向への回転を開始する理由は、回転開始時は回転速度が低いので回転速度が一定となつてから、リング状回転走査領域RA0、…の走査を行うためである。

【0055】前記リング状回転走査領域RA4の走査を終了してからブランキングコイルF4をオンにして電子ビームが被検査ウエハWを照射しない状態にして、回転テーブルSTRを停止させるが、そのときの回転テーブルSTRの停止位置は、前記ビーム照射位置P4を通り越して回転した位置である。そのため、回転テーブルSTRを時計方向に回転させて、前記ビーム照射位置P4が θ aだけ時計方向に回転した位置に停止させる。

【0056】次に、XYテーブル(STx+STy)をY方向に0.5mm移動させ且つ前記第2Y偏向器F7bによりビーム照射位置をY方向に0.4mm移動させて、ビーム照射位置をP5に移動させる。この状態でXYテーブル(STx+STy)を停止させて前述と同様に回転テーブルを連続5回転させながら、リング状回転走査領域RA5~RA9の走査(検査)を行う。このような走査(XYテーブル(STx+STy)が停止した状態で回転テーブルSTRを連続5回転させながら行う5個のリング状回転走査領域の走査)を、 $1190 \div 5 = 238$ (回)実行することにより、回転走査領域RAの走査(検査)を実行することができる。なお、前記回転走査領域RAの走査を行う際、リング状回転走査領域RA0~RA1189の周方向の移動速度を一定にしながら行うため、リング状回転走査領域が内側になるに従って、回転テーブルSTRの回転速度を高くする。

【0057】(XY直進走査領域RB)図13において、XY直進走査領域RBを形成する矩形は被検査ウエハの中心W0を中心とする一辺の長さが60mmの正方形である。この場合、XY直進走査領域RBは、幅0.1mm、長さ60mmのX軸方向に伸びる600本の帯状走査領域RB0、RB1、RB2、…、RB*M*、RB*M*+1、…、RB599に分けて、右方から左方に順次走査される。

【0058】前記XY直進走査領域RBの走査(検査)は、YテーブルSTyの移動を停止した状態でXテーブルSTxの往復移動を連続2.5回行うこと(片道移動を連続5回行うこと)を繰り返して実行することにより行う。すなわち、図13において、電子ビーム照射位置がQ0(図13参照)となる位置に試料ステージ11を移動させた状態で、さらにXテーブルSTxを ΔX だけX方向に移動させる。このとき、電子ビーム照射位置はXY直進走査領域RBから-X方向に ΔX だけ外側にずれた位置となる。この位置からXテーブルSTxを-X方向に移動させると、ビーム照射位置は徐々にXY直進走査領域RBに近づく。

【0059】前記ビーム照射位置がXY直進走査領域RBに達したときから、前記第1Y偏向器F7aにより帯状走査領域RB0をY方向に走査幅0.1mmで走査しながら、XテーブルSTxを-X方向に60mm移動させる。前記XテーブルSTxが-60mm移動したときに、ビーム照射をオフにするとともに、XテーブルSTxの停止動作を開始する。このとき、XテーブルSTxは急には停止できないので、ビーム照射位置はXY直進走査領域RBから ΔX だけ外側にずれた位置となる。前記XテーブルSTxを $60\text{mm} + 2\Delta X$ のストロークで往復移動させることにより、前記60mm長さのXY直進走査領域RBを等速度移動しながら走査することができる。すなわち、XY直進走査領域RBを走査する際、ウエハW上のビーム照射領域である走査部分の移動速度を一定にすることができる。

【0060】前記ビーム照射位置がXY直進走査領域RBから ΔX だけ外側にずれた位置からXテーブルをX方向に移動させると、ビーム照射位置は徐々にXY直進走査領域RBに近づく。前記ビーム照射位置がXY直進走査領域RBに達したときから、前記第2Y偏向器F7bによりビーム照射位置を-Y方向に0.1mm移動(すなわち、Y方向に-0.1mm移動)させて、ビーム照射点をQ0'(図13参照)からQ1'に移動させる。そして、XテーブルSTxをX方向に移動させながら、帯状走査領域RB1の走査が行われる。このようにして、前記XテーブルSTxを $60\text{mm} + 2\Delta X$ のストロークで往復移動させながら、折り返して走査する毎に前記第2Y偏向器を-Y方向に0.1mm移動させることにより、YテーブルSTyを移動させることなく、5本の帯状走査領域RB0~RB4の走査(検査)を連続して行う。

【0061】次に、ブランキングコイルF4をオンにして電子ビームが被検査ウエハWを照射しない状態で、XYテーブル(STx+STy)をY方向に0.5mm移動させてビーム照射位置をQ4'(図13参照)からQ5'に移動させる。この状態でYテーブルSTyを停止させてXテーブルSTxを連続2.5往復移動させながら、前述と同様に帯状走査領域RB5~RB9の走査(検査)を

行う。このような走査（YテーブルSTyが停止した状態でXテーブルSTxを連続2.5往復移動させながら行う本の帯状走査領域の走査）を、 $60(\text{mm}) \div 0.5(\text{mm}) = 120(\text{回})$ 実行することにより、XY直進走査領域RBの走査（検査）を実行することができる。

【0062】図15は本発明の試料表面検査装置の実施例1の制御部の説明図で、試料検査制御装置Cの説明図である。図16は本発明の試料表面検査装置の実施例1の制御部の説明図で、前記図15の続きの部分を示す図である。図17は本発明の試料表面検査装置の実施例1の制御部の説明図で、前記図16の続きの部分を示す図である。図15～図17において、試料検査制御装置Cは、SEM1用コントローラ（予備検査用コントローラ）C1、SEM2用コントローラ（詳細検査用コントローラ）C2（図17参照）を有している。試料検査制御装置Cにはアーム回転モータ駆動回路MD1、アーム直進モータ駆動回路MD2、アーム昇降モータ駆動回路MD3、カセットテーブル昇降用モータ駆動回路MDL、Yテーブル駆動回路Dy、Xテーブル駆動回路Dx、回転テーブル駆動回路MD4、上下動テーブル駆動回路MD5、ワーク位置決めモータ駆動回路MD6、鏡筒傾斜用駆動回路MD7、等が接続されている。

【0063】前記アーム回転モータ駆動回路MD1は、アーム回転モータM1（図15参照）を駆動して前記搬送アーム9aを鉛直軸周りに回転させる。前記アーム直進モータ駆動回路MD2は、アーム直進モータM2（図15参照）を駆動して前記搬送アーム9aを水平方向に直進させる。前記アーム昇降モータ駆動回路MD3は、アーム昇降モータM3（図15参照）を駆動して搬送アーム9a（図2、図3参照）を昇降させる。前記カセットテーブル昇降用モータ駆動回路MDLは、カセットテーブル昇降用モータML（図15参照）を駆動する。前記Yテーブル駆動回路Dyは、Yテーブル駆動モータMyを駆動してXYテーブル（STx+STy）のYテーブルSTyを移動させる。前記Yテーブル駆動回路DyおよびYテーブル駆動モータMyにより前記YテーブルSTyを移動させるY軸移動装置としてのYテーブル駆動装置（Dy+My）が構成されている。

【0064】前記Xテーブル駆動回路Dxは、Xテーブル駆動モータMxを駆動してXYテーブル（STx+STy）のXテーブルSTxを移動させる。前記Xテーブル駆動回路DxおよびXテーブル駆動モータMxにより前記XテーブルSTxを移動させるX軸移動装置としてのXテーブル駆動装置（Dx+Mx）が構成されている。なお、前記Yテーブル駆動装置（Dy+My）とXテーブル駆動装置（Dx+Mx）とから水平移動装置としてのXYテーブル駆動装置（Dy+My+Dx+Mx）が構成される。前記回転テーブル駆動回路MD4は、回転テーブル駆動モータM4を駆動して試料ステージU3の回転テーブルST

rを回転させる。前記回転テーブル駆動回路MD4および回転テーブル駆動モータM4により前記回転テーブルSTrを回転させる回転駆動装置としての回転テーブル駆動装置（MD4+M4）が構成されている。

【0065】前記上下動テーブル駆動回路MD5は、上下動テーブル駆動モータM5を駆動して試料ステージU3の上下動テーブル17を上下動させる。図16において前記ワーク位置決めモータ駆動回路MD6は、ワーク位置決めモータM6（図6参照）を駆動して前記揺動アーム29（図6において紙面に垂直な方向に伸びるアーム）を前記鉛直軸S1周りに揺動させる。前記鏡筒傾斜用駆動回路MD7は、鏡筒傾斜用モータユニットM7を駆動して詳細検査用電子顕微鏡SEM2の鏡筒47を傾斜させる。

【0066】図15において、前記各コントローラC1、C2は、外部との信号の入出力および入出力信号レベルの調節等を行うI/O（入出力インターフェース）、必要な処理を行うためのプログラムおよびデータ等が記憶されたROM（リードオンリーメモリ）、必要なデータを一時的に記憶するためのRAM（ランダムアクセスメモリ）、前記ROMに記憶されたプログラムに応じた処理を行うCPU（中央演算処理装置）、ならびにクロック発振器等を有するコンピュータにより構成されており、前記ROMに記憶されたプログラムを実行することにより種々の機能を実現することができる。前記SEM1用コントローラ（予備検査用コントローラ）C1は、予備検査用走査型電子顕微鏡SEM1（図8参照）の構成要素や前記試料ステージU3のXYテーブル駆動回路（Xテーブル駆動回路D Tx、Yテーブル駆動回路D Ty等）に接続されており、それらの作動を制御してXテーブル駆動モータMx、Yテーブル駆動モータMy等を駆動し、ウエハWの予備検査を行う。

【0067】前記SEM2用コントローラ（詳細検査用コントローラ）C2（図17参照）は、詳細検査用電子顕微鏡SEM2（図9参照）の構成要素や前記試料ステージU3のXYステージ駆動回路（Xテーブル駆動回路D Tx、Yテーブル駆動回路D Ty等）に接続されており、それらの作動を制御してXテーブル駆動モータMx、Yテーブル駆動モータMy等を駆動し、ウエハWの詳細検査を行う。前記ウエハWの詳細検査はSEM（走査型電子顕微鏡）を使用した従来公知の詳細検査方法により行う。したがって、SEM2（詳細検査用電子顕微鏡）の制御に関する説明は省略する。

【0068】前記SEM1用コントローラC1は次の機能を有している。

C1M1: XY直進走査領域記憶手段

XY直進走査領域記憶手段C1M1は、前記被検査ウエハW表面の中心位置W0を内部に含む所定の大きさの矩形領域であるXY直進走査領域RB（図10参照）の範囲を記憶する。

C1M2: 回転走査領域記憶手段、

回転走査領域記憶手段C1M2は、前記被検査ウエハ表面の中心を中心とし且つ前記矩形領域RBの内側に設定された内側設定円W2および外側に設定された外側設定円W1の間に形成される回転走査領域RA(図10参照)の範囲を記憶する。

【0069】C1A: ビーム偏向制御手段

ビーム偏向制御手段C1Aは、被検査ウエハW表面上の電子ビームの照射位置を制御するために前記偏向器駆動回路(E6-E7)の作動を制御する。ビーム偏向制御手段C1Aは、所定幅走査手段C1A1および走査幅方向ビーム位置制御手段C1A2を有している。

C1A: 所定幅走査手段

所定幅走査手段C1A1は、試料ステージU3に支持された被検査ウエハ表面を前記電子ビームが前記X軸およびY軸の一方の軸に沿う所定の走査幅を繰り返して走査するように前記X偏向器駆動回路E6またはY偏向器駆動回路E7の第1Y偏向器駆動回路E7aを制御する。

C1A2: 走査幅方向ビーム位置制御手段

走査幅方向ビーム位置制御手段C1A2は、第2Y偏向器駆動回路E7bを制御して前記被検査ウエハ表面のビーム照射位置を前記走査幅0.1mmのピッチで前記Y軸方向に4回移動させる(例えば、図11のP0の位置から0.1mmのピッチで4回移動させてP4に移動させる)。

【0070】C1B: テーブル制御手段

テーブル制御手段C1Bは、前記電子ビームが所定の走査幅で照射する被検査ウエハ表面部分であるビーム照射部分が、前記走査幅に垂直な方向に所定の移動速度で移動するように前記XYテーブル駆動装置(Dy-Dx+Mx-My)または回転テーブル駆動装置(MD4-M4)を制御する。テーブル制御手段C1Bは、直進走査用テーブル制御手段C1B1および回転走査用制御手段C1B2を有している。

【0071】C1B1: 直進走査用テーブル制御手段

直進走査用テーブル制御手段C1B1は、所定ピッチテーブル移動制御手段C1B1aを有しており、前記被検査ウエハWのXY直進走査領域RBを前記所定の走査幅を有する複数の帯状部分(RB0, RB1, ..., RB599)に分割し、前記複数の帯状部分(RB0, RB1, ..., RB599)を前記電子ビームが順次走査するように前記XY

$$r0 = 14.9 \text{ mm} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} rN &= 30 \text{ mm} + 0.1 \text{ mm} \cdot (1190 - N) \\ &= (14.9 - 0.1N) \text{ mm} \quad (2) \end{aligned}$$

すなわち、前記P0の周速度がV0sの場合の被検査ウエハWの回転速度(すなわち、回転テーブルSTrの回転速度)をV0(rpm)とし、前記PNの周速度がVNの

$$\begin{aligned} V0s &= V0 \cdot 2\pi r0 \text{ (mm} \cdot \text{min)} \\ &= V0 \cdot 2\pi r0 \cdot 60 \text{ (mm} \cdot \text{sec)} \quad (3) \end{aligned}$$

$$VNs = VN \cdot 2\pi rN \text{ (mm} \cdot \text{min)}$$

テーブル駆動装置(Dy-Dx+Mx-My)を制御する
C1B1a: 所定ピッチテーブル移動制御手段

所定ピッチテーブル移動制御手段C1B1aは、直進走査領域を走査する時に、前記走査幅をB、正の整数である所定数をnとした場合に前記XYテーブル(STx+STy)を前記一方の軸方向に距離nBのピッチで移動させる。

【0072】C1B2: 回転走査用制御手段

回転走査用制御手段C1B2は、所定ピッチテーブル移動制御手段C1B2aおよびリング状走査領域周速度定速制御手段C1B2bを有しており、前記被検査ウエハWの前記所定の走査幅を有する複数のリング状部分(RA0, RA1, ..., RA1189)に分割された前記各リング状走査領域RA0~RA1189を、前記電子ビームが所定周速度で順次走査するように前記回転テーブル駆動装置(MD4+M4)を制御する。

C1B2a: 所定ピッチテーブル移動制御手段

回転走査用制御手段C1B2の所定ピッチテーブル移動制御手段C1B2aは、回転走査領域RAを走査する際に、前記走査幅をB、正の整数である所定数をnとした場合に前記XYテーブル(STx+STy)を前記一方の軸方向に距離nBのピッチで移動させる。本実施例1ではB=0.1mm、n=5であるので、XYテーブル(STx+STy)の移動ピッチはY方向に0.5mmである。

【0073】C1B2b: リング状走査領域周速度定速制御手段

リング状走査領域周速度定速制御手段C1B2bは、前記各リング状走査領域RA0~RA1189を電子ビームが走査する際、走査時における各リング状走査領域RA0~RA1189の周速度が同一の所定速度となるように、前記回転テーブルSTrの回転速度を制御する。本実施例1では、図11において、リング状走査領域RA0を走査するときのP0(図11参照)を通過する被検査ウエハWの周速度V0sと、リング状走査領域RAN(N=1~1189)の走査時にPN(図11参照)を通過するときの被検査ウエハWの周速度VNsとを同一の速度(所定速度)となるように制御する。具体的には次のような制御を行う。

【0074】前記図11において前記被検査ウエハWの中心W0からの、点P0までの距離r0、および、点PNまでの距離rNはそれぞれ次式(1)、(2)で表せる。

場合の被検査ウエハWの回転速度(すなわち、回転テーブルSTrの回転速度)をVN(rpm)とすると、次式(3)、(4)が成立する

$$=VN \cdot 2\pi rN / 60 \text{ (mm/sec)} \dots\dots\dots (4)$$

【0075】前記 $V0s = VN$ sとするためには、前記式 (3)、(4) から、次式(5)が成り立つ。

$$V0 = 2\pi r0 / 60 \text{ (mm/sec)}$$

$$=VN \cdot 2\pi rN / 60 \text{ (mm/sec)} \dots\dots\dots (5)$$

前記式(5)から次式(6)が得られる。

$$VN = V0 (r0 / rN) \dots\dots\dots (6)$$

前記式(6)中、 $r0$ は前記式(1)により定まり、 rN は N が定まれば前記式(2)より定まる。したがって、回転走査領域 RAN ($N = 0 \sim 1189$)を走査するときに、前記式(6)を満たすように被検査ウエハ W の回転速度(すなわち、回転テーブル STr の回転速度) VN (rpm)を制御することにより、各回転走査領域 $RA0 \sim RA1189$ (図11参照)の走査部分(検査部分)の周速度(走査部分の移動速度)を同一速度に制御することができる。

【0076】C1C: 検査用データ検出手段

検査用データ検出手段C1Cはモデル表面画像データ検出手段C1C1および被検査試料表面データ検出手段C1C2を有しており、ウエハ表面の電子ビーム照射位置から放出される放出線(2次電子)の強度を検出し、ウエハ表面の位置情報に対応して放出線強度(2次電子強度)を記憶する。

C1C1: モデル表面画像データ検出手段

モデル表面画像データ検出手段C1C1は、モデル試料回転走査領域検出手段C1C1a、モデル試料回転走査領域放出線 $r\theta$ 座標検出手段C1C1b、モデル試料 XY 直進走査領域検出手段C1C1cおよびモデル試料 XY 直進走査領域 XY 座標検出手段C1C1dを有している。

C1C1a: モデル試料回転走査領域放出線検出手段

モデル試料回転走査領域検出手段C1C1aは欠陥の無いモデル試料表面の回転走査領域 RA に荷電粒子ビームが照射されたときの前記ビーム照射部分から放出される放出線(2次電子等)を検出する。

C1C1b: モデル試料回転走査領域放出線 $r\theta$ 座標検出手段

モデル試料回転走査領域放出線 $r\theta$ 座標検出手段C1C1bは、回転走査領域 RA から検出された放出線(2次電子等)が放出されたモデル試料表面のビーム照射部分の座標を検出する。

C1C1c: モデル試料 XY 直進走査領域放出線検出手段

モデル試料 XY 直進走査領域検出手段C1C1cは欠陥の無いモデル試料表面の XY 直進走査領域に荷電粒子ビームが照射されたときのビーム照射部分から放出される放出線(2次電子等)を検出する。

C1C1d: モデル試料 XY 直進走査領域放出線 XY 座標検出手段

モデル試料 XY 直進走査領域 XY 座標検出手段C1C1dは、 XY 直進走査領域から検出された放出線(2次電子等)が放出されたモデル試料表面のビーム照射部分の座標を検出する。

【0077】C1C2: 被検査試料表面画像データ検出手段

被検査試料表面画像データ検出手段C1C2は、被検査試料回転走査領域放出線検出手段C1C2a、被検査試料回転走査領域放出線 $r\theta$ 座標検出手段C1C2b、被検査試料 XY 直進走査領域放出線検出手段C1C2cおよび被検査試料 XY 直進走査領域放出線 XY 座標検出手段C1C2dを有している。

C1C2a: 被検査試料回転走査領域放出線検出手段

被検査試料回転走査領域放出線検出手段C1C2aは被検査試料(被検査ウエハ) W 表面の回転走査領域 RA に荷電粒子ビームが照射されたときのビーム照射部分から放出される放出線(2次電子等)を検出する。

C1C2b: 被検査試料回転走査領域放出線 $r\theta$ 座標検出手段

被検査試料回転走査領域放出線 $r\theta$ 座標検出手段C1C2bは、回転走査領域 RA から検出された放出線(2次電子等)が放出された被検査試料表面のビーム照射部分の座標を検出する。

C1C2c: 被検査試料 XY 直進走査領域放出線検出手段

被検査試料 XY 直進走査領域放出線検出手段C1C2cは被検査試料(被検査ウエハ) W 表面の XY 直進走査領域 RB に荷電粒子ビームが照射されたときのビーム照射部分から放出される放出線(2次電子等)を検出する。

C1C2d: 被検査試料 XY 直進走査領域放出線 XY 座標検出手段

被検査試料 XY 直進走査領域放出線 XY 座標検出手段C1C2dは、 XY 直進走査領域 RB から検出された放出線(2次電子等)が放出された被検査試料表面のビーム照射部分の座標を検出する。

【0078】C1D: 検査用データ記憶手段

検査用データ記憶手段C1Dはモデル表面画像データ記憶手段C1D1、被検査試料表面画像データ記憶手段C1D2、および検査用データ並べ替え手段C1D3を有している。

C1D1: モデル表面画像データ記憶手段

モデル表面画像データ記憶手段C1D1は、回転走査領域モデルデータ記憶手段C1D1a、回転走査領域モデルデータ $r\theta$ 座標記憶手段C1D1b、 XY 直進走査領域モデルデータ記憶手段C1D1c、および XY 直進走査領域モデルデータ XY 座標記憶手段C1D1dを有している。

【0079】C1D1a: 回転走査領域モデルデータ記憶手段

回転走査領域モデルデータ記憶手段C1D1aは欠陥の無

いモデル試料表面の回転走査領域R Aに荷電粒子ビームが照射されたときのビーム照射部分から放出される放出線（2次電子等）の検出データを記憶する。

C 1 D1b: 回転走査領域モデルデータ $r\theta$ 座標記憶手段
回転走査領域モデルデータ $r\theta$ 座標記憶手段C 1 D1bは回転走査領域R Aから検出された放出線（2次電子等）が放出されたモデル試料表面のビーム照射部分の $r\theta$ 座標を記憶する。

C 1 D1c: XY直進走査領域モデルデータ記憶手段
XY直進走査領域モデルデータ記憶手段C 1 D1cは欠陥の無いモデル試料表面のXY直進走査領域R Bに荷電粒子ビームが照射されたときのビーム照射部分から放出される放出線（2次電子等）の検出データを記憶する。

C 1 D1d: XY直進走査領域モデルデータXY座標記憶手段
XY直進走査領域モデルデータXY座標記憶手段C 1 D1dはXY直進走査領域R Bから検出された放出線（2次電子等）が放出されたモデル試料表面のビーム照射部分の座標を記憶する。

【0080】C 1 D2: 被検査試料表面画像データ記憶手段

被検査試料表面画像データ記憶手段C 1 D2は、回転走査領域被検査試料データ記憶手段C 1 D2a、回転走査領域被検査試料データ $r\theta$ 座標記憶手段C 1 D2b、XY直進走査領域被検査試料データ記憶手段C 1 D2c、およびXY直進走査領域被検査試料データXY座標記憶手段C 1 D2dを有している。

【0081】C 1 D2a: 回転走査領域被検査試料データ記憶手段

回転走査領域被検査試料データ記憶手段C 1 D2aは被検査試料試料表面の回転走査領域R Aに荷電粒子ビームが照射されたときのビーム照射部分から放出される放出線（2次電子等）の検出データを記憶する。

C 1 D2b: 回転走査領域被検査試料データ $r\theta$ 座標記憶手段

回転走査領域被検査試料データ $r\theta$ 座標記憶手段C 1 D2bは被検査ウエハWの回転走査領域R Aから検出された放出線（2次電子等）が放出された被検査試料試料表面のビーム照射部分の座標を記憶する。

C 1 D2c: XY直進走査領域被検査試料データ記憶手段
XY直進走査領域被検査試料データ記憶手段C 1 D2cは被検査試料試料表面のXY直進走査領域R Bに荷電粒子ビームが照射されたときのビーム照射部分から放出される放出線（2次電子等）の検出データを記憶する。

C 1 D2d: XY直進走査領域被検査試料データXY座標記憶手段

XY直進走査領域被検査試料データXY座標記憶手段C 1 D2dは被検査ウエハWのXY直進走査領域R Bから検出された放出線（2次電子等）が放出された被検査試料試料表面のビーム照射部分の座標を記憶する。

【0082】C 1 D3: 検査用データ並べ替え手段

検査用データ並べ替え手段C 1 D3は、検出した検査用データ（モデル表面画像データおよび被検査試料表面画像データ）を連続して読出し易い順序に並び替える。すなわち、本実施例1では走査幅0.1 mmのリング状の回転走査領域R A Nは半径方向に100個の2次電子検出データを取得しながら走査しているので、半径方向に並んだ100個のデータが1度に検出され、100個のデータが円周方向に並んだ状態で検出されていく。前記モデル表面画像データおよび被検査試料表面画像データが同じ順序で検出され且つ検出された順序で並んでいる場合には並べ替えせずに欠陥の検出を行うことが可能であるが、そうでない場合には、検査用データ並べ替え手段C 1 D3により検出データを並べ替える。例えば、前記走査幅0.1 mmの各リング状の回転走査領域R A N ($N = 0 \sim 1189$) は、1 μ m幅の100個のリング状走査領域に分けられる。したがって、前記1 μ m幅の100個のリング状走査領域の検出データを最外側のリング状走査領域の検出データを θ の値に対応して並べ替え、その次にその内側のリング状走査領域の検出データを θ の値に対応して並べ替える。これを繰り返して検出データを並べ替える。

【0083】C 1 E: 欠陥検出手段

欠陥検出手段C 1 Eは、回転走査領域欠陥検出手段C 1 E1およびXY直進走査領域欠陥検出手段C 1 E2を有している。

C 1 E1: 回転走査領域欠陥検出手段

回転走査領域欠陥検出手段C 1 E1は、 $r\theta$ 座標位置のモデルデータ・被検査試料検出データ比較手段C 1 E1aを有しており、比較結果に応じて欠陥であるか否かを検出している。

C 1 E2: XY直進走査領域欠陥検出手段

XY直進走査領域欠陥検出手段C 1 E2は、XY座標位置のモデルデータ・被検査試料検出データ比較手段C 1 E2aを有しており、比較結果に応じて欠陥であるか否かを検出している。

【0084】前記欠陥検出手段C 1 Eにより試料表面の欠陥を検出する場合、例えば、被検査ウエハWがベアウエハ（表面が未処理のシリコンウエハ）の場合、前記被検査ウエハW表面に欠陥（異物等）が無ければ、被検査ウエハW表面から放出される2次電子は全てシリコンの結晶から放出されるので、2次電子の検出強度はほぼ一定であるが、異物や傷等の欠陥（凹凸）が有る場合には2次電子の検出強度が異なる。したがって、2次電子の検出強度の正常な範囲を定める閾値を設定して閾値の範囲以外の被検査ウエハ表面を欠陥候補とする。

【0085】また、例えば、被検査ウエハWが、その表面の全面に電極膜または絶縁膜等の同一材料の膜が形成されている場合には、前記ベアウエハと同様に欠陥候補を定めることができる。また、表面に所定パターン（ホ

ールパターン、電極膜パターン等)が形成された被検査ウエハW表面を検査する場合には、欠陥の無いモデルウエハ表面の2次電子強度をマップヒングしたパターンデータを予め記憶しておき、被検査ウエハの2次電子検出強度をモデルウエハ表面のパターンデータと比較することにより欠陥候補点を定めることができる。前述の欠陥候補点は記憶され、詳細検査(レビュー)が行われる。前述の欠陥候補点の定め方および詳細検査等は従来公知の種々の方法を採用可能である。

【0086】(実施例1の作用)図18は本発明の試料検査制御装置CのSEM1用コントローラC1のフローチャートの説明図である。図19は前記図18のST3でイエス(Y)の場合の処理を示すフローチャートである。図20は表示画面の説明図で、図20AはST1で表示される画面、図20BはST6で表示される画面である。図18のフローチャートの各ST(ステップ)の処理は、前記SEM1用コントローラC1のROMに記憶されたプログラムに従って行われる。図18のフローチャートは、SEM1用コントローラC1の電源オン時にスタートする。図18のST1において、ディスプレイD1に初期画面すなわち、第1選択画面(図20A参照)が表示される。次にST2において「(9)終了」(図20A参照)が選択されたか否かを判断する。イエス(Y)の場合は電源がオフとなって処理が終了する。ノー(N)の場合はST3に移る。ST3において「(8)その他の動作」(図20A参照)が選択されたか否かを判断する。イエス(Y)の場合は図19のST26に移り、ノー(N)の場合はST4に移る。

【0087】ST4において「(7)ウエハカセット搬出」が選択されたか否かを判断する。イエス(Y)の場合はST5に移る。ST5においてカセット搬出動作を行う。この動作では前記仕切弁7(図3参照)を閉塞して前記外部仕切弁8を開放した状態で、図示しないチェーンコンベアにより搬送されるカセット搬送部材の上下に伸縮可能なエアシリンダ下端に設けた真空吸着パッドによりウエハカセットWKを吸着して搬出する。次にST6において第1選択画面(図20A参照)の動作状態表示欄に「カセット搬出終了」を表示する処理を行ってから前記ST1に戻る。このとき、ST1においては前記図20Aの初期画面の動作状態表示欄に「カセット搬出終了」が表示される。

【0088】前記ST4においてノー(N)の場合はST7に移る。ST7において「(6)ウエハカセット搬入」(図20A参照)が選択されたか否かを判断する。イエス(Y)の場合はST8に移る。ST8においてカセット搬入動作を行う。この動作では前記仕切弁7(図3参照)を閉塞して前記外部仕切弁8を開放した状態で、図示しないチェーンコンベアにより搬送されるカセット搬送部材(図示せず)の上下に伸縮可能なエアシリンダ(図示せず)下端に設けた真空吸着パッドによりウエハ

カセットWKを吸着して搬入する。次にST9において第1選択画面(図20A参照)の動作状態表示欄に「カセット搬入終了」を表示する処理を行ってから前記ST1に戻る。このとき、ST1においては前記図20Aの初期画面の動作状態表示欄に「カセット搬入終了」が表示される。

【0089】前記ST7においてノー(N)の場合はST10に移る。ST10において「(5)ウエハをステージから退避」(図20A参照)が選択されたか否かを判断する。イエス(Y)の場合はST11に移る。ST11において試料ステージU3からのウエハWの退避動作を行う。この動作は前記外部仕切弁8(図3参照)を閉塞して前記仕切弁6、7を開放した状態で、前記搬送アーム9aにより、ウエハWを試料ステージU3からカセットWKに搬送することにより行う。次にST12において第1選択画面(図20A参照)の動作状態表示欄に「ウエハ退避終了」を表示する処理を行ってから前記ST1に戻る。このとき、ST1においては前記図20Aの初期画面の動作状態表示欄に「ウエハ退避終了」が表示される。

【0090】前記ST10においてノー(N)の場合はST13に移る。ST13において「(4)ウエハをステージにセット」(図20A参照)が選択されたか否かを判断する。イエス(Y)の場合はST14に移る。ST14において試料ステージU3にウエハWをセットする動作を行う。この動作は前記外部仕切弁8(図3参照)を閉塞して前記仕切弁6、7を開放した状態で、前記搬送アーム9aにより、ウエハWをカセットWKから試料ステージU3に搬送することにより行う。次にST15において第1選択画面(図20A参照)の動作状態表示欄に「ウエハセット終了」を表示する処理を行ってから前記ST1に戻る。このとき、ST1においては前記図20Aの初期画面の動作状態表示欄に「ウエハセット終了」が表示される。前記ST13においてノー(N)の場合はST16に移る。

【0091】ST16において「(3)詳細検査」が選択されたか否かを判断する。イエス(Y)の場合はST17に移る。ST17において詳細検査を行う。この詳細検査は詳細検査用電子顕微鏡SEM2を使用し、従来公知の方法により行う。前記ST16においてノー(N)の場合はST18に移る。ST18において「(2)予備検査」(図20A参照)が選択されたか否かを判断する。イエス(Y)の場合はST19において予備検査を実行する。ST19の予備検査のサブルーチンは図26に示されている。ST18においてノー(N)の場合はST20に移る。ST20において「(1)検査用データ検出処理」が選択されたか否かを判断する。イエス(Y)の場合はST21に移る。ST21において検査用データ検出処理を実行する。この処理は図21～図25に示されている。前記ST20においてノー(N)の場合、および、前記ST17、

ST19、ST21の処理終了後は前記ST1に戻る。

【0092】図19は前記図18のST3でイエス（Y）の場合の処理を示すフローチャートである。前記ST3でイエス（Y）の場合は、図19のST36において、第2選択画面（図20B参照）を表示する。次にST27において「（11）第2選択画面終了」（図20B参照）が選択されたか否かを判断する。ノー（N）の場合はST28に移る。ST28において図20Bに示す（12）、（13）、（14）、…のいずれかの中の選択された動作を実行する。次にST29において、動作が終了したことの表示（例えば「（12）真空試料室Aの真空引き動作」が終了した場合には、「真空試料室Aの真空引き動作終了」を第2選択画面（図20B参照）の動作状態表示欄に表示する処理を行う。次にST26に移る。このときST26において、第2選択画面（図20B参照）の動作状態表示欄に「真空試料室Aの真空引き動作終了」が表示される。

【0093】前記ST27においてイエス（Y）の場合（すなわち、「（11）第2選択画面終了」が選択された場合はST30に移る。ST30において第2選択画面の動作状態表示欄に表示されている内容を初期画面（第1選択画面）の動作状態表示欄に表示する処理を行う。次に前記ST1に戻る。このときST1において、前記第2選択画面の動作状態表示欄の表示内容が第1選択画面の動作状態表示欄に表示される。

【0094】図21は前記ST20においてイエス（Y）の場合の処理（ST21のサブルーチンの検査用データ検出処理）、すなわち、前記第1選択画面において「（1）検査用データ検出処理」が選択された場合の処理を示すフローチャートである。図22はST33で表示される画面である。図21のST31においてウエハWが試料ステージU3にセットされているか否かを判断する。ノー（N）の場合はST32において、前記第1選択画面の動作状態表示欄に「ウエハがセットされていません。」を表示する処理を行う。次に前記ST1に戻る。このとき、ST1において第1選択画面の動作状態表示欄に「ウエハがセットされていません。」と表示される。前記ST31においてイエス（Y）の場合はST33に移る。ST33においてウエハ情報および検査パターン番号（パターン無しのベアウエハにも検査パターン番号が有る）入力画面（図22参照）を表示する。

【0095】ST34において入力があったか否かを判断する。ノー（N）の場合はST34を繰り返し実行する。イエス（Y）の場合はST35に移る。ST35において入力データを記憶し、画面に表示する。次にST36において登録（図22参照）が選択されたか否かを判断する。ノー（N）の場合はST37に移る。ST37においてキャンセル（図22参照）が選択されたか否かを判断する。ST37においてノー（N）の場合は前記ST34に戻る。イエス（Y）の場合は前記ST1に戻る。前記ST36において

イエス（Y）の場合はST38に移る。ST38において入力データは正しいか否か（例えば、所定の形式に合致しているか否か等）判断する。ノー（N）の場合はST39に移る。ST39において図22に示すウエハ情報および検査パターン番号入力画面のメッセージ表示欄に、例えば、「入力データは所定の形式に合っていない。データを正しく入力して下さい。」を表示する処理を行う。そして前記ST33に戻る。このときST33において、図22の画面を表示するとともに、そのメッセージ欄に「入力データは所定の形式に合っていない。データを正しく入力して下さい。」を表示する。

【0096】前記ST38においてイエス（Y）の場合はST40に移る。ST40において次の処理を行う。

（1）入力データをハードディスク等の不揮発性のウエハ情報記憶装置に記憶する。次にST41において、予備検査用走査型電子顕微鏡（予備検査装置）SEM1の電子ビームのウエハW上の照射位置がP0（図11参照）となる位置に、試料ステージU3を移動する。次にST42において回転テーブルSTrを設定した所定の角度 θa だけ時計方向（時計方向がー、反時計方向がー）に回転させる。すなわち、回転テーブルSTrを反時計方向に $-\theta a$ だけ回転させる。次にST43において次の処理を実行する。

（1）予備検査装置SEM1の電子ビームが被検査ウエハW表面を照射しないように、ブランキングコイルF4をオンとする。

（2）電子銃をオンにする。

【0097】図23は前記図21のST43の続きのフローチャートである。図23のST44において、 $N=0$ 、 $n=0$ 、 $M=0$ 、 $m=0$ とする。なお、 N 、 n 、 M 、 m の意味は次のとおりである。

N ：前記0.1mm幅のリング状走査領域RA1～RA1189の走査回数をカウントする走査回数カウンタのカウント値である。初期値は $N=0$ である。 $N=1190$ になると、リング状走査領域RAの走査が終了する。

n ：初期値が0の前記 N と同様のカウンタのカウント値であるが、 $n=5$ になると、リセットされて初期値 $n=0$ になる。

M ：前記0.1mm幅の帯状走査領域RB0～RB599の走査回数をカウントする走査回数カウンタのカウント値である。初期値は $M=0$ である。 $M=600$ になると、XY直進走査領域RBの走査が終了する。

m ：初期値が0の前記 M と同様のカウンタのカウント値であるが、 $m=5$ になると、リセットされて初期値 $m=0$ になる。

【0098】ST45において回転走査領域RA（図10、図11参照）の走査（検査）を行う。このST45のサブルーチンは図24に示されている。前記ST45のサブルーチンが終了すると、被検査ウエハW上の電子ビームの照射位置はP1190（図10、図11参照）になって

いる。これについては図24の説明(ST45のサブルーチンの説明、後述)により明らかになる。次にST46においてXテーブルSTxを+30mm移動させる。この移動により被検査ウエハW上のビーム照射位置は図10、図11のP1190からQ0に移動する。

【0099】次にST47においてXY直進走査領域RB(図10、図13参照)の走査(検査)を行う。このST47のサブルーチンは図25に示されている。前記ST47のサブルーチンが終了すると、被検査ウエハWの全走査(全表面の検査)が終了する。次にST48において次の処理を実行する。

- (1) 電子銃をオフとする。
- (2) 回転走査領域RAの検出データを並べ替えて記憶する。
- (3) XY直進走査領域RBの検出データを並べ替えて記憶する。

【0100】前記(2)の処理を行う理由は次のとおりである。図12において、後述する回転走査領域の検査においては、各リング状回転走査領域RA0、RA1、…、RAN、…毎に半径方向に100個のデータを検出し、次に被検査ウエハWが円周方向に $\Delta\theta$ N回転した位置で同様に半径方向に100個のデータを検出し、この作業を繰り返してデータを検出している。すなわち、メモリにはこの検出順序で検出データが記憶されている。前記検出データが記憶されている順序は、半径方向に外側から内側に並んだ100個のデータが円周方向に並んでおり、次のとおりである(図12参照)。

$\theta=0$ の位置において： $D(r0, 0)$ 、 $D(r0-\Delta r, 0)$ 、… $D(r0-99\Delta r, 0)$

$\theta=\Delta\theta$ の位置において： $D(r0, \Delta\theta)$ 、 $D(r0-\Delta r, \Delta\theta)$ 、… $D(r0-99\Delta r, \Delta\theta)$

$\theta=2\Delta\theta$ の位置において： $D(r0, 2\Delta\theta)$ 、 $D(r0-\Delta r, 2\Delta\theta)$ 、… $D(r0-99\Delta r, 2\Delta\theta)$ …

【0101】このため、前記検出データの記憶順序を円周方向に読み出し易いように並べ替える必要がある。前記検出データの記憶順序を並べ替えるは、円周方向の最外側のデータを円周方向に記憶してから、その円周に隣接する内側の円周の検出データを円周方向に記憶する。その記憶順序は、次のとおりである。

半径 $r0$ の位置において、

$D(r0, 0)$ 、 $D(r0, \Delta\theta)$ 、 $D(r0, 2\Delta\theta)$ 、…

半径 $r0-\Delta r$ の位置において、 $D(r0-\Delta r, 0)$ 、 $D(r0-\Delta r, \Delta\theta)$ 、 $D(r0-\Delta r, 2\Delta\theta)$ 、…

半径 $r0-2\Delta r$ の位置において、 $D(r0-2\Delta r, 0)$ 、 $D(r0-2\Delta r, \Delta\theta)$ 、 $D(r0-2\Delta r, 2\Delta\theta)$ 、……

以下同様にして、円周上の検出データを円周方向に並べ

た状態で記憶し、順次内側の円周上の検出データを円周方向に並べた状態で記憶する。

【0102】前記(3)の処理を行う理由も前記(2)の処理を行うのと同様である。すなわち、図13の順序でXY直進走査領域RBの走査(検査)を行った場合、データを検出した順序にメモリに記憶されている。このため、図14に示す順序で検出データを読み出し易くするために検出データを並べ替えて記憶している。すなわち、図14において、検出時の検出データの記憶順序は次のとおりである。なお、 $\Delta X=\Delta Y=1\mu m$ である。 $X=X0$ の位置において： $D(X0, Y0)$ 、 $D(X0, Y0+\Delta Y)$ 、… $D(X0, Y0+99\Delta Y)$

$X=X0+\Delta X$ の位置において： $D(X0+\Delta X, Y0)$ 、 $D(X0+\Delta X, Y0+\Delta Y)$ 、… $D(X0+\Delta X, Y0+99\Delta Y)$

$X=X0+2\Delta X$ の位置において： $D(X0+2\Delta X, Y0)$ 、 $D(X0+2\Delta X, Y0+\Delta Y)$ 、… $D(X0+2\Delta X, Y0+99\Delta Y)$ …

【0103】前記検出データを並べ替えて記憶する順序は次のとおりである。

$Y=Y0$ の位置において： $D(X0, Y0)$ 、 $D(X0+\Delta X, Y0)$ 、… $D(X0+59999\Delta X, Y0)$

$Y=Y0+\Delta Y$ の位置において： $D(X0, Y0+\Delta Y)$ 、 $D(X0+\Delta X, Y0+\Delta Y)$ 、… $D(X0+59999\Delta X, Y0+\Delta Y)$ …

すなわち、図14において、 $Y=Y0$ の位置のX軸方向に並んだ60000($=60mm/1\mu m$)個の検出データをX軸に沿って記憶してから、順次 ΔY ずつづれた位置のX軸方向に並んだ60000($=60mm/1\mu m$)個の検出データをX軸に沿って記憶する。すなわち、右上のQ0の位置から下方に順次データを読み出して下端まで読み出したら、その左の列のデータを上端から下端に向けて順次読み出し易いように検出データの記憶アドレスを並べ替えて記憶する。

【0104】次にST49において検査を終了したウエハWのウエハIDと検査したパターン番号とをウエハ情報記憶装置に記憶する。次に、ST50において第1選択画面の動作状態表示欄に「ウエハID=……のウエハの検査パターン番号……の検査終了」を表示する処理を行う。次に前記ST1(図18参照)に戻る。このとき、ST1において第1選択画面が表示され且つその動作状態表示欄に「ウエハID=……のウエハの検査パターン番号……の検査終了」が表示される。

【0105】図24は前記図23のST45のサブルーチンである。図24のST51において回転テーブルSTrを目標回転速度VNで反時計方向に回転開始。ST52において回転走査領域RNの走査開始位置に到達したか否かを判断する。ノー(N)の場合はST52を繰り返し実行する。イエス(Y)の場合はST53に移る。

【0106】ST53において次の処理を行う。

(1) 回転テーブル STTr の回転速度 VV (rpm) を $VN = V0 (r0 - rN)$ とする

(2) 第2 Y 偏向器 F7b の印加電圧 $V2Y = V2Y0 + n V2Ya$ とする。前記 $V2Y$ は n の値によって異なり、次のようになる

$n = 0$ のときは $V2Y = V2Y0$ 、

$n = 1$ のときは $V2Y = V2Y0 - V2Ya$ 、

$n = 2$ のときは $V2Y = V2Y0 + 2 V2Ya$ 、

$n = 3$ のときは $V2Y = V2Y0 - 3 V2Ya$ 、

$n = 4$ のときは $V2Y = V2Y0 + 4 V2Ya$ 、

(3) ブランキンコイル F4 をオフにして第1 Y 偏向器 F7a により、ウエハ表面を照射する電子ビームを Y 軸方向に走査幅 0.1 mm で往復走査する。

【0107】ST54においてリング状走査領域 RAN

($N = 0 \sim 1190$ 、 N の初期値 = 0、図10、図11参照) の走査が終了したか否かを判断する。ノー (N) の場合は ST54 を繰り返し実行する。イエス (Y) の場合は ST55 に移る。ST55 において次の処理を行う。

(1) $N = N + 1$ とする。

(2) $n = n + 1$ とする。

次に ST56 において $n = 5$ か否かを判断する。ノー (N) の場合は前記 ST53 に戻る。イエス (Y) の場合は ST57 に移る。

【0108】ST57において次の処理を実行する。

(1) ブランキンコイル F4 をオンにして電子ビームの被検査ウエハ W の照射を遮断する。

(2) 回転テーブル STTr の回転の停止動作を開始する。(急停止はできないので所定角度回転してから停止する。)

次に ST58 において回転テーブル STTr が停止したか否かを判断する。ノー (N) の場合は ST58 を繰り返し実行する。イエス (Y) の場合は ST59 に移る。ST59 において回転テーブル STTr は急停止できないので $n (= 5)$ 回転以上回転して停止するため、前記停止するまでに5回転を越えて回転した回転量 $\theta 0$ に所定の回転各 θa を加算した角度 ($\theta 0 + \theta a$) だけ逆回転 (時計方向に回転) させる。

【0109】次に ST60 において次の処理を実行する。

(1) Y テーブル STY を +0.5 mm 移動させる。このとき、電子ビームの照射位置は被検査ウエハ W 上で 0.5 mm 移動する。

(2) $n = 0$ とする。次に ST61 において $N = 1190$ か否かを判断する。ノー (N) の場合は前記 ST51 に戻る。イエス (Y) の場合は ST62 に移る。ST62 において $N = 0$ とする。次に前記図23のメインルーチンの ST46 に移る。

【0110】図25は前記図23の ST47 のサブルーチンである。前述したように、ST46 でビーム照射位置は Q0 (図13参照) になっている。図25の ST71 において X テーブル STX を $-\Delta X$ (図13参照) 移動す

る。このとき、ビーム照射位置は前記領域 RB の基準点 Q0 (図13参照) から $-\Delta X$ 外側にずれた位置となる。

次に ST72 において、第2 Y 偏向器 F7b の印加電圧 $V2Y = V2Y0 - m V2Ya$ とする。前記 $V2Y$ は m の値によって異なる。 m の初期値 (ST44参照) は 0 である。第2 Y 偏向器 F7b の印加電圧 $V2Y$ は m の値によって異なり、次のようになる

$m = 0$ のときは $V2Y = V2Y0$ 、

$m = 1$ のときは $V2Y = V2Y0 + V2Ya$ 、

$m = 2$ のときは $V2Y = V2Y0 + 2 V2Ya$ 、

$m = 3$ のときは $V2Y = V2Y0 + 3 V2Ya$ 、

$m = 4$ のときは $V2Y = V2Y0 + 4 V2Ya$ 、

【0111】次に ST73 において m は奇数か否かを判断する。ノー (N) の場合は ST74 に移り、イエス (Y) の場合は ST75 に移る。ST74 において X テーブル STX を移動速度 $Vx = -V0 (2\pi r0 - 60)$ (mm/sec) で移動する。この Vx の値は回転テーブル STTr が回転速度 $V0$ で回転するときの点 P0 (図11参照) の周速度と同一である。ST75 において X テーブル STX を移動速度 $Vx = +V0 (2\pi r0 - 60)$ (mm/sec) で移動する。

【0112】ST74 または ST75 の次に ST76 においてビーム照射位置が領域 RB 内に進入したか否かを判断する。ノー (N) の場合は ST76 を繰り返し実行する。イエス (Y) の場合は ST77 に移る。ST77 において次の処理を実行する。

(1) ブランキンコイル F4 をオフにしてビームオンとする。(前記ブランキンコイル F4 は前記 ST57 でオンとされ、ビームオフとなっている。)

(2) 第1 Y 偏向器 F7a によりウエハ表面を照射する電子ビームを Y 軸方向に走査幅 0.1 mm で往復走査する。

【0113】次に ST78 において X テーブル STX が 60 mm 移動して帯状走査領域 RBM ($M = 1, 2, \dots$ 、または、599) の走査が終了したか否かを判断する。ノー (N) の場合は ST78 を繰り返し実行する。イエス (Y) の場合は ST79 に移る。ST79 において次の処理を行う。

(1) $M = M + 1$ とする。 $m = m + 1$ とする。

(2) ブランキンコイル F4 をオンにして電子ビームの被検査ウエハ W の照射を遮断する。

(3) X テーブル STX の停止動作を開始する。X テーブル STX は停止動作を開始しても瞬間的に停止することは不可能であり、一定時間経過後に停止する。

(4) タイマ TM に $TM = TM0$ をセットする。前記 TM0 は X テーブル STX が停止動作を開始してから完全に停止するまでに要する時間である。

【0114】次に ST80 においてタイマ TM がタイムアップしたか否かを判断する。ノー (N) の場合は ST80 を繰り返し実行する。イエス (Y) の場合は ST81 に移

る。次にST81において $m=5$ か否か判断する。ノー(N)の場合は前記ST72に戻る。イエス(Y)の場合はST82に移る。ST82において $M=300$ か否か判断する。ノー(N)の場合はST83に移る。ST83において次の処理を実行する。

(1) YテーブルSTyを $+0.5\text{ mm}$ 移動させる。このとき、電子ビームの照射位置は被検査ウエハW上で 0.5 mm 移動する。

(2) $m=0$ とする。ST83の次に前記ST72に戻る。前記ST82においてイエス(Y)の場合は前記図23のメインルーチンのST48に移る。

【0115】図26は前記図18のST19のサブルーチンの説明図で、欠陥予備検査処理のフローチャートである。図27は前記図26の予備検査処理で表示される予備検査初期画面を示す図で、図27AはST91で表示される予備検査初期画面を示す図、図27BはST98で表示される画面を示す図である。図26のST91において予備検査処理初期画面(図27A参照)を表示する。次にST92においてキーボードからID番号の入力が有るか否か判断する。ST92において入力有りの場合はST93において入力ID番号を記憶してST94に移る。ST94において表示中の画面(初期画面)に入力表示番号を表示する。前記ST94の終了後、または前記ST92においてノー(N)の場合はST95に移る。

【0116】ST95においてリターンキーの入力が有ったか否かまたは入力画面に表示された「続行」が選択されたか否か判断する。ノー(N)の場合はST96に移る。ST96において入力画面に表示された「終了」が選択されたか否か判断する。ノー(N)の場合は前記ST92に戻り、イエス(Y)の場合はST91に戻る。前記ST95においてイエス(Y)の場合はST97に移る。ST97において入力されたID番号に対応するモデルウエハに関する情報が有るか否か判断する。ノー(N)の場合はST98に移り、イエス(Y)の場合はST99に移る。ST98において表示中の画面に、入力されたID番号に対応するモデルウエハ情報が無いことを追加表示(図27B参照)してから、前記ST92に戻る。

【0117】ST99において回転走査領域RA欠陥予備検査処理を実行する。このST99のサブルーチンは図28により後述する。次にST100においてXY直進走査領域RB予備検査処理を実行する。このST100のサブルーチンは図29により後述する。次に前記図18のメインルーチンのST11に戻る。

【0118】図28は回転走査領域RAの予備検査処理のフローチャートで、前記図26のST99のサブルーチンである。図28のST111において、座標 (r, θ) の位置の被検査試料(被検査ウエハ)表面検出データD(図12参照)と対応するモデルデータMとの差の絶対値 $|D-M|$ を算出する。なお、 r の初期値は $r0$ ($r0=149\text{ mm}$ 、図11参照)、 θ の初期値は0である。

前記モデルデータMは、被検査ウエハがベアウエハや、全面が平坦な同一の金属膜、絶縁膜、またはレジスト層等の場合には、前記座標 (r, θ) の値に関わらず一定値(一定の二次電子検出強度に対応する値)である。次にST112において $|D-M| \leq D0$ ($D0$ は閾値)か否か判断する。ST112においてイエス(Y)の場合はST113に移り、ノー(N)の場合はST114に移る。

【0119】ST113において、検査結果記憶メモリの座標 (r, θ) に対応するアドレスAD(r, θ)に「0」を記憶させる。「0」が記憶された座標位置の被検査ウエハ表面部分は欠陥が無いことを意味する。ST114において、検査結果記憶メモリの座標 (r, θ) に対応するアドレスAD(r, θ)に「1」を記憶させる。「1」が記憶された座標位置の被検査ウエハ表面部分は欠陥の存在する可能性が有ることを意味する。次にST115において r が同一の未検査データDの有るか否か判断する。イエス(Y)の場合はST116に移る。ST116において $\theta = \theta + \Delta\theta N$ とする。 $\Delta\theta N$ の初期値は $\Delta\theta 0$ (図12参照)である。次にST111に戻る。

【0120】前記ST115においてノー(N)の場合は(図12に示す r の値が同一のデータDの検査終了の場合、すなわち、円周方向に一周分のデータの検査が終了した場合、図12参照)ST117に移る。ST117において次の処理を実行する。

(1) $\theta = 0$ とする。

(2) $r = r - \Delta r$ とする。 Δr は $(0.1 \sim 100)\text{ mm} = 1\text{ }\mu\text{ m}$ である。

(3) $k = k + 1$ とする。 k は $0 \sim 100$ までの数値をカウントするカウンタである。すなわち、図12のRA0の半径方向(r 方向)の幅に並んだ100個のリング上(円周上)のデータを外側から内側に向けて順次検査する時の、検査が終了したリングの数(円周の数)をカウントするカウンタである。

【0121】ST118において $r \leq 30$ (mm)か否か判断する。ノー(N)の場合はST119に移る。ST119において $k = 100$ か否か判断する。回転走査領域RA0の検査中に、 $k = 100$ になると、回転走査領域RAN($N = 0 \sim 1190$ 、 N の初期値 $= 0$)の検査が終了し、 $k = 0$ にして、次の回転走査領域RA1の検査に移ることになる。すなわち、一般には $k = 100$ になると、回転走査領域RAN(図11参照)の検査が終了し、 $k = 0$ にリセットして、次の回転走査領域RA($N+1$)の検査に移ることになる。ST119においてノー(N)の場合は前記ST111に戻り、イエス(Y)の場合はST120に移る。ST120において $k = 0$ とする。次にST121において $\Delta\theta N = \Delta\theta(N+1)$ とする。例えば、 $\Delta\theta N$ が $\Delta\theta 0$ の場合には $\Delta\theta 1$ とする。次に前記ST111に戻る。前記ST118においてイエス(Y)の場合は前記図26のST100に移る。

【0122】なお、前記図12において次式が成り立

つ、

$$\begin{aligned}\Delta r &= (1 - 1000) \text{ mm} = 1 \mu\text{m} \\ r1 &= r0 - 100 \Delta r = r0 - 0.1 \text{ mm} \\ r0 \cdot \Delta \theta 0 &= r1 \cdot \Delta \theta 1\end{aligned}$$

但し、 $\Delta \theta 0$ は回転走査領域RA0の走査時の単位時間当たりの回転角度、 $\Delta \theta 1$ は回転走査領域RA1の走査時の単位時間当たりの回転角度である。前記式 $r0 \cdot \Delta \theta 0 = r1 \cdot \Delta \theta 1$ は回転走査領域RA0とRA1との走査時の周速度が等しくなる条件である。図12を参照して、一般には次式が成り立つ。

$$\begin{aligned}rN &= r0 - 100N \Delta r = r0 - 0.1 \cdot N \text{ (mm)} \\ r0 \cdot \Delta \theta 0 &= rN \cdot \Delta \theta N \\ \Delta \theta N &= \Delta \theta 0 \cdot (r0 / rN)\end{aligned}$$

【0123】図29はXY直進走査領域RBの予備検査処理のフローチャートで、前記図26のST100のサブルーチンである。図29のST131において、座標(X, Y)の位置の被検査試料(被検査ウエハ)表面検出データD(図14参照)と対応するモデルデータMとの差の絶対値 $|D - M|$ を算出する。なお、XおよびYの初期値は $X = -30 \text{ mm}$ 、 $Y = +30 \text{ mm}$ (図13、図14参照)である。前記モデルデータMは、被検査ウエハがベアウエハや、全面が平坦な同一の金属膜、絶縁膜、またはレジスト層等の場合には、前記座標(X, Y)の値に関わらず一定値(一定の2次電子検出強度に対応する値)である。次にST132において、 $|D - M| < D0$ (D0は閾値)か否か判断する。ST132においてイエス(Y)の場合はST133に移り、ノー(N)の場合はST134に移る。

【0124】ST133において、検査結果記憶メモリの座標(X, Y)に対応するアドレスAD(X, Y)に「0」を記憶させる。「0」が記憶された座標位置の被検査ウエハ表面部分は欠陥が無いことを意味する。ST134において、検査結果記憶メモリの座標(X, Y)に対応するアドレスAD(X, Y)に「1」を記憶させる。「1」が記憶された座標位置の被検査ウエハ表面部分は欠陥の存在する可能性が有ることを意味する。次にST135において $X = X + \Delta X$ とする。 $\Delta X = (1 - 1000) \text{ mm} = 1 \mu\text{m}$ である。次にST136において $X \geq 30$ か否か判断する。前記図13、図14から分かるように、 $X \geq 30 \text{ mm}$ となった場合には、XY直進走査領域RBの下端までの検査が終了したことを意味する。ST136においてノー(N)の場合は前記ST131に戻る。イエス(Y)の場合は次のST137に移る。

【0125】ST137において $X = -30 \text{ (mm)}$ とする。次にST138において $Y = Y + \Delta Y$ とする。 $\Delta Y = (1 - 1000) \text{ mm} = 1 \mu\text{m}$ である。次にST139において $Y \geq 30 \text{ (mm)}$ か否か判断する。ノー(N)の場合は前記ST131に移り、イエス(Y)の場合は前記図16のST100の処理を終了したこととなり、また、前記図18のST19のサブルーチンを終了し

たこととなる。このとき、前記図18のST1に戻る。

【0126】前記実施例1によれば、予備検査装置(予備検査用電子顕微鏡)SEM1および詳細検査装置(詳細検査用電子顕微鏡)SEM2は、同一の外壁1により形成された真空試料室A内の試料ステージU3上に保持されたウエハWに対して予備検査および詳細検査を行うことができるため、予備検査装置SEM1で検出された欠陥に対して、詳細検査装置SEM2による詳細検査を迅速に実行することができる。前記詳細検査装置SEM2は、試料ステージU3を静止した状態で被検査ウエハ表面を走査する静止型のSEMで構成したり、前記予備検査装置SEM1と同様に回転走査を行うSEMにより構成したりすることが可能である。詳細検査装置SEM2を回転走査を行うSEMにより構成する場合には電子ビームの被検査ウエハ上のスポット径を小さくしたり、走査部分(ビーム照射部分)の移動速度を遅くしたりして、分解能を上げて走査(検査用データ検出処理)すれば良い。

【0127】(実施例2)図30は本発明の実施例2の被検査ウエハの検査用データ検出方法の説明図であり、被検査ウエハを回転させながら検査用データを検出する螺旋状の回転検査領域と被検査ウエハをX方向およびY方向に直進移動させながら検査するXY直進走査領域とに分けて検査する方法の説明図である。図31は同実施例2の被検査ウエハWの検査用データ検出方法の詳細説明図で、螺旋状の回転検査領域の検査用データ検出方法の説明図である。図30において被検査ウエハWの表面は、全検査領域を内側に含むように設定された外側設定円W1と、前記被検査ウエハW表面の中心W0を含むウエハ中心部に設定された内側設定円W2との間の螺旋状の回転走査領域RAと、前記内側設定円W2に外接する矩形W3の内側の領域である矩形領域(XY直進走査領域)RBとに分けて走査(検査用データ検出処理)される。

【0128】(回転走査領域RA)図30、図31において、外側設定円W1は直径300mm(半径150mm)の被検査ウエハWの外周円から1mm内側に設定されており、内側設定円W2は被検査ウエハの中心W0を中心とする半径30mmの円により形成されている。この場合外側設定円W1と内側設定円W2との間の螺旋状の回転走査領域RAは、被検査ウエハWが1回転する毎に走査される単位螺旋領域RA0、RA1、…、RAN-1、RAN、RAN+1、…、RA1188、RA1189に分けて、連続して走査される。

【0129】前記螺旋状の回転走査領域RAの走査(検査)は、XYテーブル(STx-STy)を右方(Y方向)に一定速度で移動しながら回転テーブルSTrを連続回転することにより行う。すなわち、図31において、電子ビーム照射位置がP0(図31参照)となる位置に試料ステージU3を移動させた状態で、前記第1Y

偏向器F7aによりリング状走査領域RA0をY方向に走査しながら、回転テーブルSTrを1回転させる間にXYテーブル(STx+STy)をY方向に0.1mm移動させる。そして、被検査ウエハWが1回転する度にビーム照射位置をP0、P1、P2、…と移動させながら、順次RA0、RA1、RA2、RA3、…、RA1189を連続して走査する(検査用データ検出処理を行う)。なお、前記回転走査領域RAの走査を行う際、螺旋状走査領域RA0～RA1189の周方向の移動速度(周速度)を一定にしながら行うため、螺旋状走査領域RA0～RA1189が内側になるに従って、回転テーブルSTrの回転速度を高くする。

【0130】前記螺旋状走査領域RA0～RA1189が内側になるに従って、回転テーブルSTrの回転速度を高くして、走査する位置の周速度(走査部分の移動速度)が一定となる条件は次のようになる。図31に示す螺旋

$$V_{Nh} = V_0 (r_0 / r_N) \quad (7)$$

$\theta = 2\pi$ の場合すなわち、PNの回転速度 $V_{(N+1)h}$ (rpm)は次式(8)で表せる。

$$V_{(N+1)h} = V_0 (r_0 / r_{(N+1)}) \quad (8)$$

但し、

$$\begin{aligned} r_N &= 30\text{mm} + 0.1\text{mm} \times (1190 - N) \\ &= (149 - 0.1N)\text{mm} \quad (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_{(N+1)} &= 30\text{mm} + 0.1\text{mm} \times \{1190 - (N+1)\} \\ &= \{149 - 0.1(N+1)\}\text{mm} \quad (9) \end{aligned}$$

【0132】前記式(7)、(2)から、回転速度 V_{Nh} ($N=0\sim1189$)(rpm)は次のようになる。

$N=0$ のとき、 $V_{0h} = V_0 (149 / 149) = V_0$ (rpm)

$N=1$ のとき、 $V_{1h} = V_0 (149 / 148.9)$ (rpm)

$N=2$ のとき、 $V_{2h} = V_0 (149 / 148.8)$ (rpm)

$N=3$ のとき、 $V_{3h} = V_0 (149 / 148.7)$ (rpm)

…

$N=1189$ のとき、 $V_{1189h} = V_0 (149 / 30.1)$ (rpm)

$N=1190$ のとき、 $V_{1190h} = V_0 (149 / 30)$ (rpm)

$$V_N = V_{Nh} + \{V_{(N+1)h} - V_{Nh}\} \cdot (\theta / 2\pi) \quad (10)$$

前記式(7)、(8)を用いると、前記式(10)は次

$$\begin{aligned} V_N &= V_0 (r_0 / r_N) \{1 + \{r_N / r_{(N+1)} - 1\} \cdot (\theta / 2\pi)\} \quad (11) \end{aligned}$$

したがって、回転テーブルSTrを前記式(11)を満たすように回転駆動することにより、螺旋状走査領域RAN($N=0\sim1189$)の走査部分の周速度(走査部分の移動速度)をほぼ一定の状態として走査(検査)することができる。

$$\begin{aligned} V_{Na} &= V_{Nh} + \{V_{(N+1)h} - V_{Nh}\} \cdot (\theta / 2\pi) \\ &= V_{Nh} + \{V_{(N+1)h} - V_{Nh}\} \cdot (\pi / 2\pi) \\ &= \{V_{Nh} + V_{(N+1)h}\} / 2 \end{aligned}$$

状走査領域RANの走査時には、回転テーブルSTrが1回転する間にビーム照射位置がPNからPN+1に移動する。前記ビーム照射位置がPNのときの回転テーブルSTrの回転角度を $\theta=0$ 、前記 $\theta=0$ の状態から回転テーブルSTrが1回転して前記ビーム照射位置がPN+1になったときの回転テーブルSTrの回転角度を $\theta=2\pi$ とし、 $\theta=0$ の時の回転速度を V_{Nh} (rpm)、 $\theta=2\pi$ の時の回転速度を $V_{(N+1)h}$ (rpm)とした場合、前記式(1)～(6)の説明から分かるように、PNおよびPN+1の周速度が、前記回転速度 V_0 で回転するP0の周速度と等しくなるための条件は次式(7)、(8)、(2)、(9)で示される。

【0131】図31において、 $\theta=0$ の場合すなわち、PNの回転速度 V_{Nh} (rpm)(rpm)は次式(7)で表せる。

したがって、電子ビームを照射して走査する部分の周速度を一定とするためには、Nの値が増加するに従って前記回転速度 V_{Nh} ($N=0\sim1189$)(rpm)を高くする必要がある。

【0133】前記図31に示す螺旋状走査領域(回転テーブルSTrが1回転するときの走査領域)RANの走査時における $0 \leq \theta < 2\pi$ のときの回転テーブルSTrの回転速度を V_N (V_N は θ の関数)(rpm)としたとき、 V_N の値は、 $\theta=0$ のときは前記式(7)の V_{Nh} の値となり、 $\theta=2\pi$ のときは前記式(8)の $V_{(N+1)h}$ の値となる。したがって、 $0 \leq \theta < 2\pi$ の範囲で回転速度 V_N (rpm)が θ に比例して増速するとみなせば、 V_N (V_N は θ の関数)は次式で表せる。

$$V_N = V_{Nh} + \{V_{(N+1)h} - V_{Nh}\} \cdot (\theta / 2\pi) \quad (10)$$

式(11)で表せる。

【0134】前述の場合(前記式(10)および(11)の回転速度 V_N (rpm)で回転テーブルを回転する場合)、 V_N (rpm)の平均値 V_{Na} は $\theta=\pi$ の時の V_N の値である。 $\theta=\pi$ の時の V_N の値 V_{Na} (rpm)は次式(12)で表せる。

$$=V0(r0-rN) \{1-i(rN-r(N+1))-1\} \cdot 2\} \cdots \cdots (12)$$

この場合、回転テーブルSTrが1回転するのに要する 時間t(sec)は次式(13)で表せる

$$t=(60/VNa) \cdot (sec) \cdots \cdots (13)$$

【0135】前記時間t(sec)の間にYテーブルSTyをY方向に0.1mm移動させる必要がある。したがって、YテーブルSTyの移動速度Vy(mm/sec)は次式(14)で表せる

$$\begin{aligned} Vy &= 0.1/t \text{ (mm/sec)} \\ &= 0.1 \cdot (60/VNa) \\ &= 0.1 VNa / 60 \text{ (mm/sec)} \cdots \cdots (14) \end{aligned}$$

前記式(13)および(14)より、Vy(mm/sec)は次式で表せる。

$$\begin{aligned} Vy &= 0.1 VNa / 60 \text{ (mm/sec)} \\ &= V0(r0-rN) \{1-i(rN-r(N+1))-1\} \cdot 2\} / 600 \cdots \cdots (15) \end{aligned}$$

なお、前記式(15)のrN、r(N+1)は前記式(2)、(9)により定まる。

【0136】本実施例2では、前記式(11)の回転速度VN(rpm)で回転テーブルSTrを回転駆動しながら、且つ前記式(15)の移動速度でYテーブルSTyを移動させることにより、螺旋領域RA0~RA1189(図30、図31参照)を含む回転走査領域RAを連続走査(連続検査)することができる。なお、XY直進走査領域RB(図30、図31参照)の走査方法は前記図13で説明した前記実施例1と同様である。

【0137】本発明の試料表面検査装置の実施例2の制御部は前記実施例1の図15、図17に示す制御部と同様の構成を備えているがその説明は前記実施例1と重複するので省略する。図32は本発明の試料表面検査装置の実施例2の制御部の説明図で、前記図15の続きの部分を示す図であり、前記実施例1の図16に対応する図である。図32において、本実施例2のテーブル回転走査用制御手段C1B2bは、螺旋状領域周速度定速制御手段C1B2cを有しており、前記実施例1の所定ピッチテーブル移動制御手段C1B2aおよびリング状領域周速度定速制御手段C1B2bが省略されている。本実施例2のその他の構成は前記実施例1と同様である。

【0138】C1B2c：螺旋状領域周速度定速制御手段
螺旋状領域周速度定速制御手段C1B2cは、電子ビーム

$$V\lambda = V0(r0-rN) \{1-i(rN-r(N+1))-1\} \cdot (\theta/2\pi) \} \cdots \cdots (11)$$

(2) YテーブルSTyの移動速度Vy(mm/sec)を前記式(15)に示す値VyとしてYテーブルSTyを移動させる。

$$\begin{aligned} Vy &= 0.1 VNa / 60 \text{ (mm/sec)} \\ &= V0(r0-rN) \{1-i(rN-r(N+1))-1\} \cdot 2\} / 600 \cdots \cdots (15) \end{aligned}$$

(3) 回転テーブルSTrの回転角度θを計測する

(4) ブランキングコイルF4をオフにして第1Y偏向器F7aによりウエハ表面を照射する電子ビームをY軸方向に走査幅0.1mmで往復走査する。

【0141】ST54⁺においてθ=2πか否か判断する。ノー(N)の場合は前記ST53⁺に戻る。イエス(Y)の場合はST55⁺に移る。ST55⁺において次の

が被検査ウエハW表面の螺旋走査領域RA0~RA1189を順次周速度が一定となるように回転テーブルSTrを回転駆動するとともに、前記回転テーブルSTrが1回転する度にYテーブルSTyがY方向に一定速度(0.1mm)移動するようにYテーブルSTyを移動させる。

【0139】(実施例2の作用)実施例2のフローチャートは、前記実施例1の図16~図23に示すフローチャートに対して、図23のST44のn=0の処理が不要であり、且つ図24のフローチャートに対して図33に示すフローチャートを有する。この実施例2のその他のフローチャートは前記実施例1と同様である。すなわち、本実施例2では、前記0.1mm幅のリング状走査領域RA1~RA1189の走査回数をカウントする走査回数カウンタのカウント値nで、且つn=5になると、リセットされて初期値n=0になるカウンタのカウント値は使用しないので、図23のST44ではn=0とする処理は行わない。

【0140】図33は前記図23のST45のサブルーチンである。図33のST51、ST52の処理は前記図24と同様である。次にST53⁺において次の処理を行う。

(1) 回転テーブルSTrの回転速度VN(rpm)を前記式(11)に示す値VNとして回転テーブルSTrを回転させる。

移動させる。

処理を行う。

(1) N=N+1とする

(2) θ=0とする

次にST56⁺においてN=1190か否か判断する。ノー(N)の場合は前記ST53⁺に戻る。イエス(Y)の場合はST57⁺に移る

【0142】ST57⁺において次の処理を実行する

(1) ブランキングコイルD4をオンにして電子ビームの被検査ウエハWへの照射を遮断する

(2) 回転テーブルSTrおよびYテーブルSTy停止動作開始。

次にST58'において回転テーブルSTrおよびYテーブルSTyが停止したか否かを判断する。ノー(N)の場合はST58'を繰り返して実行する。イエス(Y)の場合はST59'に移る。ST59'において次の処理を実行する。

(1) 回転テーブルSTrは急停止できないので図31の点P1190を通過して停止するため、前記停止するまでにP1190を越えて回転した回転量だけ回転テーブルSTrを逆回転。

(2) YテーブルSTyの停止までに点P1190(図30、図31参照)がビーム照射位置を越えて移動した分だけYテーブルSTyを逆移動。

(3) N=0とする。次に前記図23のメインルーチンのST46に移る。

【0143】この実施例2によれば、前記螺旋状走査領域RA0~RA1189を有する回転走査領域RAの全領域を、回転テーブルSTrおよびXYテーブル(STx+STy)の停止をすることなく連続移動させながら走査することができる。前記回転テーブルSTrおよびXYテーブル(STx+STy)の移動、停止の繰り返しが行われないので走査を高速に行うことができる。この実施例2においては、回転走査領域モデルデータおよび回転走査領域被検査試料検出データは、螺旋状走査によって得られた順番にデータが記憶されており、前記順番にデータを読み出して比較することにより、欠陥予備検査を行う。欠陥予備検査の処理は前記実施例1の図26~図29に示す処理と同様である。

【0144】(実施例3)図34は本発明の実施例3で使用する試料検査制御装置に接続されたSEM1(予備検査用走査型電子顕微鏡)の構成要素のブロック線図であり、前記実施例1の図8に対応する図である。本実施例3は複数本(400本)の電子ビームを同時にウエハW表面に照射してウエハ表面から放出される2次電子を検出するように構成されており、1本の電子ビームで試料表面を走査する前記実施例1と異なっている。

【0145】図34においてSEM1(予備検査用走査型電子顕微鏡)は、鏡筒50、マルチフィールドエミッション電子銃F21、加速電極F22、ビーム縮小レンズF23、ビーム平行化レンズF24、ブランキング電極F25、ビーム縮小第1レンズF26、電子ビームをX軸、Y軸方向にそれぞれ走査させるためのX偏向器F27、Y偏向器F28、および電子ビームを被検査ウエハW上に収束させるビーム縮小第2レンズF29等を有している。なお、前記ブランキング電極F25の上側にはスリット状の矩形アパーチャA1aを有するアパーチャ基板APが設けられている。前記ビーム縮小第1レンズF26およびビーム縮

小第2レンズF29によりビーム縮小レンズ系(F26+F29)が構成されている。ビーム縮小第1レンズF26はビーム径を1/50に縮小し、ビーム縮小第2レンズF29はビーム径を1/2に縮小する。

【0146】前記マルチフィールドエミッション電子銃F21は、複数のエミッタF21aおよび電子ビーム引出電極F21bを有しており、エミッタ用電源回路E21aおよびビーム引出用電源回路E21bにより作動する。前記加速電極F22は上下に配置された多段の電極により構成されており、下側の電極ほど、前記電子ビーム引出電極F21bに対して高電圧(例えば最下段で50kV)が印加される。なお、最下段はアース(接地)され、電子ビーム引出電極F21bには-(マイナス)の高電圧が印加されている。また、前記符号F23~F29で示された要素はそれぞれ、加速電源E22、ビーム縮小レンズ駆動回路E23、ビーム平行化レンズ駆動回路E24、ブランキング電極駆動回路E25、ビーム縮小第1レンズ駆動回路E26、X偏向器駆動回路E27、第1Y偏向器駆動回路E28aおよび第2Y偏向器駆動回路E28bを有するY偏向器駆動回路E28、ビーム縮小第2レンズ駆動回路E29により作動する。前記符号E21a~E29で示された回路は前記試料検査制御装置CのSEM1用コントローラC1が出力する制御信号により作動する。前記符号F21~F23、F26~F29、E21~E23、E26~E29で示された要素により電子ビーム走査装置(F21~F23+F26~F29+E21~E23+E26~E29)が構成されている。図34、図43において、前記SEM1(予備検査用電子顕微鏡)下端の外周部には2次電子検出器(放出線検出器)54a'が保持されている。前記2次電子検出器54a'、2次電子増幅回路A、および複数の復調器により構成された2次電子分離装置(図43参照)54b'等から2次電子検出装置(すなわち、放出線検出装置)54''(図34、図43等参照)が構成されている。

【0147】図35は本実施例1のSEM1(予備検査用走査型電子顕微鏡)の鏡筒50に装着されたビーム識別周波数印加部材ホルダおよびそれが装着されるグニオステージGSの全体図である。図36は前記図35に示すビーム識別周波数印加部材ホルダの説明図で、図36Aは平面図、図36Bは前記図36AのXXXVIB-XXXVIB線断面図、図36Cは前記図36Bの矢印XXXVICで示す部分の拡大図である。図37は前記図36のビーム識別周波数印加部材ホルダの先端部分の拡大説明図で、図37Aは平面図であり前記図36Aの矢印XXXVIIAで示す部分の拡大説明図、図37Bは前記図37AのXXXVIIB-XXXVIIB線断面図、図37Cは前記図37Bの矢印XXXVIICで示した部分の拡大図である。図38は前記図37のビーム識別周波数印加部材ホルダの内端部分の斜視図である。図39は前記図38の要部断面図である。

【0148】図35、図36において、SEM1(予備

換用走査型電子顕微鏡)の鏡筒56にはビーム識別周波数印加部材ホルダH1を装着するためのゴニオステージGSが設けられている。ゴニオステージGSは、ホルダ装着孔57aを有する円筒状のホルダ装着部材57を有している。前記円筒状のホルダ装着部材57の軸は、荷電粒子線の通路にほぼ直角に交差する方向(X軸方向)に延びており、その軸の向きは、ゴニオステージGSの球面軸受けG Saにより微小な範囲で調節可能である。図35において鏡筒56の前記ゴニオステージGSと反対側には、ホルダ位置決め部材H2が配置されている。ホルダ位置決め部材H2は、前記鏡筒56内外の圧力差により内端側に押される前記ビーム識別周波数印加部材ホルダH1の先端に当接してビーム識別周波数印加部材ホルダH1の位置決めを行う部材である。

【0149】前記ホルダ位置決め部材H2は位置調節用モータ58と、前記位置調節用モータの出力軸に装着されたギヤ58aの回転により鏡筒56の内外方向に進退移動するネジ59aおよび前記ネジ59aの内端に当接するスライダ59bを有する進退移動部材59と、当接位置決め部材60とを有している。前記当接位置決め部材60は、その前端(X端)が前記スライダ59bの後端(-X端)に当接しており、内外方向(前後方向、X軸方向)に位置調節可能であり、その後端(-X端)が前記ビーム識別周波数印加部材ホルダH1の前端(X端)に当接している。前記ホルダ位置決め部材H2およびゴニオステージGSは、従来公知の電子顕微鏡のゴニオステージ、および前記従来公知のゴニオステージGSに装着された試料ホルダ先端の位置決めを行う従来公知のホルダ位置決め部材を使用することができる。

【0150】図36、図37において、前記ホルダ装着部材57(図35参照)によって支持されるビーム識別周波数印加部材ホルダH1は、前記ホルダ装着孔57a(図35参照)を貫通する円筒状のホルダ外筒61(図36B参照)を有している。前記ビーム識別周波数印加部材ホルダH1の軸(すなわち、ホルダ軸)は前記ホルダ装着孔57aの軸と同様に、X軸方向に延びている。ホルダ外筒61は、前記鏡筒56の内側に挿入される良導電性且つ高伝熱性の内端側外筒部材62および鏡筒56の外側に配置される導電性且つ高熱伝導率の金属製の外端側外筒部材63を有している。外端側外筒部材63はその内側面に段部63a(図36B参照)が形成され、後端側部分にはケーブル挿通孔63b(図36B参照)が形成されている。図36Bに示すように、内端側外筒部材62および外端側外筒部材63はそれらの接合部において嵌合し且つ、ねじ64により結合されている。ホルダ外筒61の内端側外筒部材62の内端部(前記鏡筒56の内部に配置される部分の端部、すなわち、図36A、図36BのX側の端部)外周部には図37に示すリング66を収容するリング状のリング収容溝が形成されている。前記リング66は、前記ホルダ装

着孔57a(図35参照)の内周面に圧接して、リング66の前方(X方向)を後方(-X方向)の大気に対して気密に遮断するための部材である。

【0151】図36において、前記ホルダ外筒61の外端側外筒部材63の外端部(右端部)の外周部には高熱伝導率の金属製のモータ支持部材67が結合されている。モータ支持部材67はほぼ円筒状の部材であり、その前端(X端)に設けたフランジ67aおよび円筒状部分に形成された前後(X軸方向)に延びるガイド溝67b(図36A参照)を有している。モータ支持部材67の後端(-X端)にはプレート68が連結されている。プレート68にはY軸方向移動用モータ69が結合されている。前記Y軸方向移動用モータ69の周囲は前記モータ支持部材67のフランジ67aに固定された高熱伝導率の金属製のカバー71により囲まれている。前記カバー71の後端にはケーブル支持部材72が固定されており、ケーブル支持部材72には、前記Y軸方向移動用モータ69への給電ケーブル73が支持されている。前記Y軸方向移動用モータ69の出力軸69aは回転ブロック74に連結されている。回転ブロック74は、円筒状外周側面に形成された雄ねじ74aおよび左方に延びる連結ロッド部74bを有している。回転ブロック74の外周側面の前記雄ねじ74aには円筒状のスライドブロック76の内周側面に形成された雌ねじ76aが螺合している。

【0152】図36Aにおいて、前記スライドブロック76には被ガイド部材77が固定されている。被ガイド部材77は前記ガイド溝67bにスライド移動可能に係合している。前記モータ支持部材67には前記ガイド溝67bの両端にリミットスイッチ78a、78bが支持されており、前記リミットスイッチ78a、78bは、前記被ガイド部材77が当接したときに作動し、被ガイド部材77およびスライドブロック76の前後方向(X軸方向)の位置を検出する。前記リミットスイッチ78a、78bの検出信号は、前記Y軸方向移動用モータ69の駆動制御に使用される。

【0153】図36Cにおいて、前記外端側外筒部材63には略円筒状のロッドガイド79が固定支持されている。ロッドガイド79の外側面にはケーブル挿通溝79aが形成され、内端部分(前端部分)には前後に延びるガイド溝79bが形成されている。前記ロッドガイド79の内周面には回転部材81が嵌合しており、回転部材81の後端部分にはロッド部連結孔81aおよび回り止め用溝81bが形成され、前端(X端)側部分にはシャフト螺合用ねじ孔81cが形成されている。前記ロッド部連結孔81aには前記連結ロッド部74bが嵌合し、連結ロッド部74bに固定された回り止め用ピン74cが前記回り止め用溝81bに相対回転不能且つスライド可能に係合している。

【0154】したがって、前記Y軸方向移動用モータ69

9の出力軸69aが回転すると、回転ブロック74が回転し、回転ブロック74の回転に連動して回転部材81が回転するように構成されている。そして、前記回転ブロック74の回転により前記スライドブロック76および被ガイド部材77が前記モータ支持部材67のガイド溝67bに沿って前後(X軸方向)にスライド移動し、それらの移動位置は前記リミットスイッチ78a、78bにより検出される。そして、前記リミットスイッチ78a、78bにより被ガイド部材77の位置が検出されたときには前記Y軸方向移動用モータ69が停止されるように構成されている。

【0155】前記回転部材81のシャフト螺合用ねじ孔81cには、シャフト82の後端部(-X端部)が螺合している。図36B、図36Cにおいて、シャフト82は、その外周面に第1ケーブル挿通溝82aおよび第2ケーブル挿通溝82bが形成され、その前端(X端)部にはハーメチックシール収容孔82c(図36B、図37参照)が形成されている。図37において、前記ハーメチックシール収容孔82cには、その内端(前端)部に、段部82d、ケーブル挿通溝82e、82f(図37B参照)が形成されている。また、図37に示すように、シャフト82の内端部(前端部)外周面にはリング83を収容するリング収容溝が形成されている。リング83は、前記内端側外筒部材62内周面に密着して、その後側部分(-X端側部分)および前側部分(X端側部分)の空間を気密に遮断している。

【0156】シャフト82には回り止め用ピン84(図36B、図36C参照)が固定されており、回り止め用ピン84は前記固定されたロッドガイド79のガイド溝79bにスライド可能且つ相対回転不能に係合している。

【0157】図36Bにおいて、前記シャフト82(図36C参照)には、そのシャフト82上に固定支持された固定プレート85(図36B参照)およびシャフト82の軸方向に沿ってスライド移動可能な移動プレート86が支持されており、それらの間には圧縮ばね87が配置されている。前記移動プレート86は外端側外筒部材63の内側面に形成された段部63aに当接しており、固定プレート85およびシャフト82は前記圧縮ばね87により常時後方(-X方向)に押圧されている。前記移動プレート86、固定プレート85および圧縮ばね87は、前記シャフト82の後端部(-X側端部)およびシャフト螺合用ねじ孔81c(図36C参照)の螺合部分のガタを吸収する機能を有している。

【0158】図36Cにおいて、ケーブルKは、前記ケーブル挿通孔63bを通して外端側外筒部材63内側に導入され、ケーブル挿通溝79aを通して前記シャフト82に形成された第1ケーブル挿通溝82a、第2ケーブル挿通溝82bを通して前記ハーメチックシール収容孔82c内に導入される。なお、前記シャフト82は円

筒部材により構成してその内側の前端部(X端部)に前記ハーメチックシール収容孔82cを形成することが可能であり、その場合には、前記ケーブルKはシャフト82の内側を通すことが可能である。図37において、前記シャフト82内端部(前端部)のハーメチックシール収容孔82cの前記段部82dにはハーメチックシール88が固定されている。ハーメチックシール88には外端面(後端面)および内端面(前端面)にそれぞれ複数の端子が設けられており、外端面の端子には前記ケーブルKの複数の外側接続線が接続されている。前記複数の接続線は、アース用接続線、後述の圧電体のY変位用接続線、シャッタ駆動用信号線、シャッタ駆動用給電線等である。

【0159】図37Aにおいて、前記シャフト82の内端(前端、X端)には圧電体支持部材89が固定されている。圧電体支持部材89は、中央に大径のフランジ部89a有し、その下部に接続線挿通溝89bを有し、上部にアース接続部材支持溝89cを有している。また、圧電体支持部材89には軸方向(前後)に延びる真空引き用孔89d(図37B参照)が形成されている。前記圧電体支持部材89のアース接続部材支持溝89cには、導電性のアース接続部材90(図37B参照)が固定されている。アース接続部材90は図37Bに示すように、フランジ部90aおよび部分円筒部90bを有している。図37Bから分かるように、導電性のアース接続部材90の部分円筒部90bの外側面(部分円筒面)は、前記圧電体支持部材89の内端部(前端部、X端部)の外周面と同一の半径を有している。そして、前記圧電体支持部材89の内端部(前端部)の外周面およびアース接続部材90の部分円筒部90bの外側面(部分円筒面)により円筒状の圧電体91の後端部(基端部、-X端部)が嵌合する円筒面が形成されている。前記アース接続部材90には前記ケーブルKのアース用接続線が接続される。前記圧電体91は、シールド基板位置を調節する圧電体(シールド基板位置調節用圧電体)である。

【0160】前記符号82~91で示された要素によりホルダ内側移動部材(82~91)が構成されている。前記ホルダ内側移動部材(82~91)は前記X軸方向移動用モータ69および前記符号69、74~81で示された要素(69、74~81)により、X軸方向(前後方向)に移動(相動)制御される。

【0161】前記ホルダ内側移動部材(82~91)により、基端部(-X端部)が支持された円筒状の圧電体91は表面にY軸方向駆動用電極(図示せず)が形成されており、前記Y軸方向駆動用電極に印加する電圧によりY軸方向に伸縮可能である。そして、印加電圧を制御することにより前記圧電体91の先端部(内端部)の位置を精密に制御できるようになっている。

【0162】前記圧電体91の内端には円筒部92aおよびフランジ部92bを有する連結部材92(図37B

参照)が固定されている。連結部材92にはシールドプレート支持部材93の後端部(-X端部)が固定されている。シールドプレート支持部材93は、図37に示すように、前方に突出するシールドプレート固定部93aを有している。前記シールドプレート固定部93aにはシールドプレートPL1の後端(-X端)が固定されている。前記符号69、74~93、PL1で示された要素により、後述のシールド基板112の位置を移動させるシールド基板移動装置(69、74~93、PL1)が構成されている。

【0163】図37において、前記内端側外筒部材62の内端(前端)部には内周面の雌ねじに螺合するシャッタ装着部材96が固定されている。前記シャッタ装着部材96は、後端側の円筒部97と、前記円筒部97の前端面を形成する端面プレート部98と、前記端面プレート部98から前方(X方向)に突出するシャッタ支持棒99とを有している。図38において、前記端面プレート部98には開口98aが形成されている。前記開口98aは、前記シールドプレート支持部材93のシールドプレート固定部93aおよびそこに固定支持されるシールドプレートPL1(後述)が貫通するための開口である。

【0164】前記シャッタ支持棒99は、開口99aを形成するように前後方向(X軸方向)に離れて左右方向に延びる平行な一対の側棒に形成された識別周波数印加部材支持部99bと、内端部(左端部)のシールドプレート支持部99cとを有し、内端面に突出するボール99dを保持している。前記ボール99dはビーム識別周波数印加部材ホルダH1の位置決めのために前記ホルダ位置決め部材H2の当接位置決め部材60(図35参照)の後端(-X端)に当接する。前記シールドプレートPL1の後端部(-X端部)は前記シールドプレート支持部材93(図38参照)のシールドプレート固定部93a上に固定され、内端部(左端部)は前記シールドプレート支持部99c上面にスライド可能に支持されている。図37Bにおいて、シールドプレートPL1の後端部(-X端部)には高熱伝導率の金属網線により構成されたフレキシブルな熱伝達部材101の一端部が接合され他端部が前記高熱伝導性の内端側外筒部材62の内側面に接合されている。前記熱伝達部材101によりシールドプレートPL1の熱は高熱伝導率の前記内端側外筒部材62に伝達され、さらに前記図36Bに示す前記高熱伝導率の金属製の外端側外筒部材63、モータ支持部材67、およびカバー71に伝達され、放熱される。

【0165】なお、前記カバー71にペルチェ素子を介して放熱フィンを装着することが可能であり、その場合、前記カバー71から前記放熱フィンに熱を伝導させる電圧を印加することにより放熱効果を高めることが可能である。また、前記カバー71を、熱伝導部材を介して冷熱源に接続することによっても放熱効果を高めることが可能である。

【0166】図37Cにおいて、前記シールドプレートPL1には複数のシールド基板支持部102が形成されており、前記複数の各シールド基板支持部102にはそれぞれステンレス製のシールド基板112が収容されている。図37Cにおいて、前記識別周波数印加部材支持部99bにはビーム識別周波数印加部材PL2が保持されている。前記ビーム識別周波数印加部材PL2は、セラミック製(絶縁材料製)の識別周波数印加基板114を有している。そして、前記識別周波数印加基板114には信号線および給電線を含むケーブルKが接続されており、前記ケーブルKは前記ハーメチックシールS8を介して外部に接続されている。

【0167】図40はシールドプレートPL1およびビーム識別周波数印加部材PL2の斜視図である。図41は前記ビーム識別周波数印加部材PL2の識別周波数印加基板114の説明図である。図42は前記ビーム識別周波数印加部材PL2の識別周波数印加基板114の説明図で、図42AはシールドプレートPL1およびビーム識別周波数印加部材PL2の断面図で前記図41と同じ部分を示す図、図42Bは前記図42AのN×N×H B-N×N×H B線断面図である。

【0168】前記図34のビーム平行化レンズF14の下側の電子ビームが平行な領域には、図40~図42に示すシールドプレートPL1およびビーム識別周波数印加部材PL2が配置されている。図40~図42において、前記シールドプレートPL1のシールド基板112と、前記ビーム識別周波数印加部材PL2の識別周波数印加基板114にはそれぞれ、Y軸に平行な4本の直線に沿って $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ の矩形のビーム通過口がそれぞれ100個形成されている。すなわち、前記各基板112、114にはそれぞれ400個のビーム通過口AS0~AS399、BS0~BS399が形成されている。

【0169】前記基板112に形成された400個のビーム通過口AS0~AS399は次の4つのグループ(G0)~(G3)に分けられる。各グループには100個のビーム通過口が含まれる。但し、下記のnは、 $n=0, 1, 2, \dots, 99$ である。

(G0) 直線に沿って配置されたビーム通過口AS0, AS4, AS8, ..., AS4n, ..., AS396, すなわち、ビーム通過口AS4n ($n=0 \sim 99$)、(G1) 直線に沿って配置されたビーム通過口AS1, AS5, AS9, ..., AS4n+1, ..., AS397, すなわち、ビーム通過口AS4n+1 ($n=0 \sim 99$)、(G2) 直線に沿って配置されたビーム通過口AS2, AS6, AS10, ..., AS4n+2, ..., AS398, すなわち、ビーム通過口AS4n+2 ($n=0 \sim 99$)、(G3) 直線に沿って配置されたビーム通過口AS3, AS7, AS11, ..., AS4n+3, ..., AS399, すなわち、ビーム通過口AS4n+3 ($n=0 \sim 99$)。

【0170】前記各ビーム通過口AS0~AS399は10

$\mu\text{m} = 10 \mu\text{m}$ であり、前記Y軸に平行な各直線上の各グループG0~G3のビーム通過口のX軸方向の間隔(X軸方向の中心間距離)は $10 \mu\text{m}$ であり、前記平行な各直線上の各グループG0~G3の各ビーム通過口AS4n, AS4n+1, AS4n+2, AS4n+3の位置は、X軸方向から見た場合にY軸方向に $10 \mu\text{m}$ づつずれて配置されている。したがって、X軸方向から見た場合に、前記ビーム通過口AS0~AS399は、Y軸方向に隙間無く、並ぶように配置されている。そして、Y軸方向に並んだ400個のビーム通過口AS0~AS399の長さは $10 \mu\text{m} \times 400 = 4000 \mu\text{m} = 4 \text{mm}$ である。

【0171】前記識別周波数印加基板114の各ビーム通過口BS0~BS399も前記基板112のビーム通過口AS0~AS399と同様に配置されており、各基板112, 114の各400個のビーム通過口AS0~AS399, BS0~BS399はそれぞれ、電子ビームの進行方向から見て重なった位置(同一位置)に配置されている。

【0172】前述したように前記X軸方向から見た場合の、前記Y軸方向に並んだ400個のビーム通過口AS0~AS399の長さは $10 \mu\text{m} \times 400 = 4000 \mu\text{m} = 4 \text{mm}$ である。したがって、前記ビーム通過口AS0~AS399を通過した電子ビームを例えば $1/40$ に縮小して下方の試料に照射した場合、試料S表面の電子ビームのスポット径の1辺の長さは $10 \mu\text{m} / (1/40) = 0.25 \mu\text{m}$ である。この場合、試料S表面上のビーム照射領域のX軸方向の長さは次式で示される。 $4000 \mu\text{m} / (1/40) = 100 \mu\text{m} = 0.1 \text{mm}$ したがって、電子ビームを試料表面に照射しながら試料をX軸方向に移動させると、 0.1mm 幅で試料表面を走査することが可能である。

【0173】前記識別周波数印加基板114の各ビーム通過口BS0~BS399は次のグループG0~G3に分けられる。

(G0): BS4n (n=0~99) のグループ、

(G1): BS4n+1 (n=0~99) のグループ、

(G2): BS4n+2 (n=0~99) のグループ、

(G3): BS4n+3 (n=0~99) のグループ、

図40~図42に示すように、識別周波数印加基板114の上面には、前記各ビーム通過口BS0~BS399毎に、通過する電子ビームに異なる識別周波数を印加するための電極114-0~114-399が形成されている。また、識別周波数印加基板114の下面にはほぼ下面全面にアース電極114aが形成されている。

【0174】図42において、グループG0のビーム通過口BS0, BS4, BS8, ... (図40参照)の周囲に形成された識別周波数印加電極114-0, 114-4, 114-8, 114-12, ...にはそれぞれ(マイナス)直流電圧B0(図41参照)に識別周波数として次の周波数のクロックパルスが重畳して印加される

114-0...1000kHz

114-4...1500kHz

114-8...1010kHz

114-12...1510kHz

114-16...1020kHz

...

114-384...1480kHz

114-388...1980kHz

114-392...1490kHz

114-396...1990kHz

【0175】図42において、グループG1のビーム通過口BS1, BS5, BS9, ... (図40参照)の周囲に形成された識別周波数印加電極114-1, 114-5, 114-9, 114-13, ...にはそれぞれ(マイナス)直流電圧B0(図41参照)に識別周波数として次の周波数のクロックパルスが重畳して印加される。

114-1...2000kHz

114-5...2500kHz

114-9...2010kHz

114-13...2510kHz

114-17...2020kHz

...

114-385...2480kHz

114-389...2980kHz

114-393...2490kHz

114-397...2990kHz

【0176】図42において、グループG2のビーム通過口BS2, BS6, BS10, ... (図40参照)の周囲に形成された識別周波数印加電極114-2, 114-6, 114-10, 114-14にはそれぞれ(マイナス)直流電圧B0(図41参照)に識別周波数として次の周波数のクロックパルスが重畳して印加される。

114-2...3000kHz

114-6...3500kHz

...

114-394...3490kHz

114-398...3990kHz

【0177】図42において、グループG3のビーム通過口BS3, BS7, BS11, ... (図40参照)の周囲に形成された識別周波数印加電極114-3, 114-7, 114-11, 114-15, ...にはそれぞれ(マイナス)直流電圧B0(図41参照)に識別周波数として次の周波数のクロックパルスが重畳して印加される

114-3...4000kHz

114-7...4500kHz

...

114-395...4490kHz

114-399...4990kHz

【0178】前記SEM1(予備検査用走査型電子顕微鏡)下端の外周部には2次電子検出器(放出せん検出器)51aが保持されている。前記2次電子検出器5

4a" および 2 次電子増幅回路 A (図 4-3 参照)、2 次電子分離装置 5-4b" 等から前記 SEM1 の 2 次電子検出装置 (すなわち、放出線検出装置) 5-4" (図 3-4、図 4-3 等参照) が構成されている。図 3-4、図 4-3 から分かるように、本実施例 3 の 2 次電子検出器 5-4a" は、前記試料表面には 400 個のビーム通過口 A S0~A S399 (B S0~B S399) を通過した 400 本の電子ビームの試料照射により放出された 2 次電子が検出される。前記検出された 2 次電子が前記 400 個のどのビーム通過口 A S0~A S399 を通過した電子ビームの照射により発生した 2 次電子であるかを知らなければならない。

【0179】図 4-3 は本実施例 3 の 2 次電子検出装置 5-4" の説明図である。図 4-1、図 4-3 において、発振器 V0~V399 により前記識別周波数印加電極 11-4-0、11-4-1、…、11-4-399 にそれぞれ、- (マイナス) 直流電圧 B0 (図 4-1 参照) に識別周波数 1000 kHz~4990 kHz のクロックパルスが重畳して印加される。2 次電子検出装置 5-4" は、2 次電子 (反射ビーム) 検出器 5-4a" と、前記 2 次電子検出器 5-4a" で検出された 2 次電子 (放出線) を増幅する増幅器 A と、増幅された検出信号を増幅し復調反射データ信号 d0~d399 として取り出す複数の復調器 M0~M399 を有する 2 次電子分離装置 5-4b" と、復調反射データ信号 d0~d399 をアナログ デジタル変換する ADC (アナログ デジタルコンバータ) とを有している。

【0180】前記ビーム通過口 B S0~B S399 周囲の電極 11-4-0~11-4-399 の電位 (発振器 V0~V399 の出力電位) の変化により、前記各ビーム通過口 B S0~B S399 を通過する電子ビームの速度が変調され、電子の進行方向に沿って電子の粗密状態が生じるので、ビーム通過口 B S0~B S399 を通過した電子ビームは、識別周波数印加基板 11-4 の前記上面電極 11-4-0~11-4-399 に印加された前記識別周波数情報を有している。そして、前記電子ビームの試料表面の照射部分から放出される 2 次電子は、前記識別周波数情報を有することとなる。すなわち、前記 2 次電子検出器 5-4a" により検出された 2 次電子 (放出線) 検出信号は、前記識別周波数印加基板 11-4 に形成されたビーム通過口 B S0~B S399 を通過する電子ビームに印加された識別周波数情報を有している。

【0181】前記復調器 M0~M399 は PLL (位相同期ループ) 方式の同期検波器により構成されており、前記発振器 V0~V399 の識別周波数 1000 kHz~4990 kHz のクロックパルス (識別周波数情報) に基づいて 2 次電子検出信号を、試料表面の 2 次電子放出位置 (前記各ビーム通過口 A S0~A S399 (B S0~B S399) を通過した各電子ビームの照射位置) 毎に分離して出力する。分離された前記 2 次電子検出信号は ADC により A/D 変換されてコンピュータに前記試料検査制御装置 C (図 3-4 参照) の SEM1 用コントローラ C1 に

入力される。

【0182】図 4-4 は本発明の実施例 1 の被検査ウエハの検査方法の説明図であり、被検査ウエハを回転させながら検査する回転検査領域と被検査ウエハを X 方向および Y 方向に直進移動させながら検査する XY 直進走査領域とに分けて検査する方法の説明図である。図 4-4 において被検査ウエハ W の表面は、全検査領域を内側に含むように設定された外側設定円 W1 と、前記被検査ウエハ W 表面の中心 W0 を含むウエハ中心部に設定された内側設定円 W2 との間の領域であるリング状の回転走査領域 RA と、前記内側設定円 W2 に外接する矩形 W3 の内側の領域である矩形領域 (XY 直進走査領域) RB とに分けて検査 (走査) される。

【0183】(回転走査領域 RA) 図 4-4 において、外側設定円 W1 は直径 300 mm (半径 150 mm) の被検査ウエハ W の外周円から 1 mm 内側に設定されており、内側設定円 W2 は被検査ウエハの中心 W0 を中心とする半径 30 mm の円により形成されている。この場合外側設定円 W1 と内側設定円 W2 との半径の差 (すなわち、リング状の回転走査領域 RA の半径方向の長さは、 $150 \text{ mm} - 30 \text{ mm} - 1 \text{ mm} = 119 \text{ mm}$ である。この場合、回転走査領域 RA は、半径方向に 0.1 mm 間隔で描かれる円により、1190 のリング状領域に分割される。すなわち、外側から内側に向かって順次、リング状走査領域 RA0、RA1、RA2、RA3、RA4、RA5、RA6、…、RAn-1、RAn、RAn+1、…、RA1188、RA1189 に分割される。そして、リング回転走査領域 RA0、RA1、RA2、RA3、… は、一番外側の領域 RA0 から順次内側に検査 (走査) される。

【0184】前記回転走査領域 RA の走査 (検査) は、XY テーブル (STx+STy) を停止した状態で回転テーブル STr を連続 5 回転することにより行う。すなわち前記実施例 1 の図 11 で説明したのと同様に、電子ビーム照射位置が P0 (図 11 参照) となる位置に試料ステージ ST を移動させた後、回転テーブル STr を時計方向に θ a 回転させる。その位置から回転テーブル STr を半時計方向に回転させてビーム照射位置が P0 になった時から前記第 1 Y 偏向器 F18a によりリング状走査領域 RA0 を Y 方向に走査しながら、回転テーブル STr を連続 5 回転させる。本実施例では Y 軸方向に 400 個並んだ電子ビームの 1 辺の長さは、ビーム通過口 B S0~B S399 を通過したときには $100 \mu\text{m}$ であるが、試料 S 表面では $1/400$ に縮小されて、 $0.25 \mu\text{m}$ である。したがって、前記回転テーブル STr が 1 回転を行ったときの試料 S 表面の走査領域 (ビーム照射領域) の半径方向の幅は $0.25 \mu\text{m} \times 100 = 0.1 \text{ mm}$ である。

【0185】したがって、前記回転テーブル STr が最初の 1 回転を行ったときに、前記第 2 Y 偏向器 F18b によりビーム照射位置を -Y 方向に 0.1 mm 移動 (すなわち、Y 方向に -0.1 mm 移動) させて P1 (図 11 参

照)に移動させるとリング状走査領域RA1の走査が連続して行われる。このようにして、前記回転テーブルSTrを連続5回転させながら、1回転する毎に前記第2Y偏向器F18bによりビーム照射位置を-Y方向に0.1mm偏向させることにより、5個のリング状走査領域RA0~RA4の走査(検査)を連続して行う。このときの各回転走査領域RA0、RA1、RA2、RA3、RA4、…の走査順序は図11の太線の矢印で示すとおりである。前述のように回転開始時に時計方向に θa 回転してから、半時計方向への回転を開始する理由は、回転開始時は回転速度が低いので回転速度が一定となつてから、リング状走査領域RA0の走査を行うためである。

【0186】前記回転走査領域RA4の走査を終了(連続5回転目の走査を終了)してから回転テーブルSTrを停止させるが、そのときの回転テーブルSTrの停止位置は、前記ビーム照射位置P4を通り越して回転した位置である。そのため、回転テーブルSTrを時計方向に回転させて、前記ビーム照射位置P4が θa だけ時計方向に回転した位置に停止させる。次に、XYテーブル(STx+STy)をY方向に0.5mm移動させ且つ前記第2Y偏向器F18bによりビーム照射位置を-Y方向に0.4mm移動させて、ビーム照射位置をP5に移動させる。この状態でXYテーブル(STx+STy)を停止させて回転テーブルを連続5回転させながら、前述と同様にリング状走査領域RA5~RA9の走査(検査)を行う。このような走査(XYテーブル(STx+STy)が停止した状態で回転テーブルSTrを連続5回転させながら行う5個のリング状回転領域の走査)を、 $1190/5=238$ (回)実行することにより、回転走査領域RAの走査(検査)を実行することができる。なお、前記回転走査領域RAの走査を行う際、リング状走査領域RA0~RA1189の周方向の移動速度を一定にしながら行うため、リング状走査領域が内側になるに従って、回転テーブルSTrの回転速度を高くする。

【0187】図45は前記回転走査時に試料検査制御装置C(図34参照)で行う、検出2次電子データの試料(ウエハ)W上の位置を定める処理の説明図である。コンピュータ内部クロックの時刻tにおける検出2次電子データ dn ($n=0\sim399$)の数は400個($d0\sim d399$)である。時刻tの間数であるY軸ステージ位置 $Y(t)$ 、回転ステージの回転位置 $\theta(t)$ から、時刻tにおける400個の電子ビーム照射位置 Tn ($n=0\sim399$)の $r\theta$ 座標($rn, \theta n$)($n=0\sim399$)が定まる。すなわち、400個の電子ビーム照射位置 Tn ($rn, \theta n$)はtの関数である。したがって、時刻tにおける検出2次電子データ dn ($n=0\sim399$)の試料(ウエハ)W上の r, θ 座標がわかる。

【0188】なお、時刻tの関数であるY軸ステージ位置 $Y(t)$ 、回転ステージの回転位置 $\theta(t)$ から、時刻tにおける100個の電子ビーム照射位置 Tn ($n=$

$0\sim399$)の前記 $r\theta$ 座標($rn, \theta n$)($n=0\sim399$)が定まると同時に、XY座標(Xn, Yn)($n=0\sim399$)も定まる。したがって、時刻tにおける検出2次電子データ dn ($n=0\sim399$)の試料(ウエハ)W上の位置を、X、Y座標に対応させることも可能である。したがって、本実施例3は、図示しないビーム照射試料表面位置検出手段を有しており、前記ビーム照射試料表面位置検出手段は、前記放出線検出装置(54)が検出した放出線を放出した試料表面位置である前記各荷電粒子ビームの試料表面の照射部分の位置を検出する。

【0189】(実施例4)図46は本発明の実施例4の被検査ウエハの検査方法の説明図で、前記実施例2の図30または実施例3の図44に対応する図であり、被検査ウエハを回転させながら検査する回転検査領域と被検査ウエハをX方向およびY方向に直進移動させながら検査するXY直進走査領域とに分けて検査する方法の説明図である。図46において被検査ウエハWの表面は、全検査領域を内側に含むように設定された外側設定円W1と、前記被検査ウエハW表面の中心W0を含むウエハ中心部に設定された内側設定円W2との間の螺旋状の回転走査領域RAと、前記内側設定円W2に外接する矩形W3の内側の領域である矩形領域(XY直進走査領域)RBとに分けて検査(走査)される。この実施例4は前記実施例3と同様に400本のビームで走査すること以外は前記実施例2と同様の走査を行う。

【0190】(実施例5)図47は本発明の実施例5の試料検査装置の制御部分のブロック線図の要部を示す図で、前記実施例1の図16に対応する図である。図48は前記図47の続きの部分を示す図で前記実施例1の図42に対応する図である。なお、この実施例5の説明において、前記実施例1の構成要素に対応する構成要素には同一の符号を付して、その詳細な説明を省略する。この実施例5は、下記の点で前記実施例1と相違しているが、他の点では前記実施例1と同様に構成されている。図47において検査用データ検出手段C1Cは、前記実施例1のように被検査ウエハ表面の全面的モデル表面画像データを検出し記憶する代わりに、チップ1個分のモデル表面画像データを検出する。

【0191】図47、図48に示す実施例5は、次の手段が実施例1と異なる機能を有している点で前記実施例1と相違している。

C1C1: モデル試料表面画像データ検出手段

検査用データ検出手段C1Cのモデル試料表面画像データ検出手段C1C1は、モデル試料XY直進走査領域放出線検出手段C1C1cおよびモデル試料XY直進走査領域放出線XY座標検出手段C1C1dを有している。

C1C1c: モデル試料XY直進走査領域放出線検出手段
モデル試料(モデルチップ)XY直進走査領域放出線検出手段C1C1cは、モデル試料表面のXY直進走査領域

におけるチップ1個分のモデル表面画像データを検出する

C1Cld: モデル試料XY直進走査領域XY座標検出手段

モデル試料(モデルチップ)XY直進走査領域放出線XY座標検出手段C1Cldは、モデル試料表面のXY直進走査領域における前記チップ1個分の表面画像データに対応するXY座標を記憶している。

【0192】C1D: 検査用データ記憶手段

この実施例5の検査用データ記憶手段C1Dは、前記実施例1と同様にモデル表面画像データ記憶手段C1D1、被検査試料表面画像データ記憶手段C1D2、および検査用データ並べ替え手段C1D3を有している。しかし、モデル表面画像データ記憶手段C1D1が前記実施例1と異なっている。すなわち、モデル表面画像データ記憶手段C1D1は、前記実施例1の回転走査領域モデルデータ記憶手段C1D1a、回転走査領域モデルデータrθ座標記憶手段C1D1bを備えておらず、XY直進走査領域モデルデータ記憶手段C1D1c、およびXY直進走査領域モデルデータXY座標記憶手段C1D1dを有している。

C1D1c: XY直進走査領域モデルデータ記憶手段

XY直進走査領域モデルデータ記憶手段C1D1cは欠陥の無いモデル試料表面のXY直進走査領域に荷電粒子ビームが照射されたときのビーム照射部分から放出される放出線(2次電子等)の検出データを、1チップ分だけ記憶する。

C1D1d: XY直進走査領域モデルデータXY座標記憶手段

XY直進走査領域モデルデータXY座標記憶手段C1D1dはXY直進走査領域から検出された放出線(2次電子等)が放出されたモデル試料表面のビーム照射部分の座標を1チップ分だけ記憶する。

【0193】欠陥検出手段C1Eの回転走査領域欠陥検出手段C1E1は、前記実施例1のrθ座標位置のモデルデータ・被検査試料検出データ比較手段C1E1a(図42参照)の代わりに、モデルデータ・被検査試料検出交換データ比較手段C1E1bを有している。

C1E1b: モデルデータ・被検査試料検出交換データ比較手段

モデルデータ・被検査試料検出交換データ比較手段C1E1bは、XY座標に対応したモデルデータとrθ座標の

$$Q_n = (P_n \cdot q_n - Q_n \cdot p_n) / (p_n + q_n) \quad (16)$$

前記式(16)において、例えば $p_n : q_n = 1 : 2$ の

$$Q_n = (2P_n - Q_n) / 3 \quad (17)$$

前記式(17)において仮に、 $P_n = Q_n$ とすれば、前

$$Q_n = 3P_n / 3 = P_n \quad (18)$$

一般的には点 P_n 、 Q_n の検出電子強度 P_n 、 Q_n が $P_n = Q_n$ であるならば、 p_n 、 q_n の値に係わらず、点 Q_n の電子強度 Q_n は前記式(18)で表せる

【0197】前記図50で説明した方法によりrθ座標

被検査試料表面画像データをXY座標の表面画像データに変換したデータとを比較する。また、実施例5は座標データ変換手段C1Fを有している。

C1F: 座標データ変換手段

座標データ変換手段C1Fは、XY座標と対応づけて記憶されたモデル表面画像データと、rθ座標と対応づけて記憶された被検査試料表面画像データとを比較するために、rθ座標の被検査試料表面画像データをXY座標の表面画像データに変換する。

【0194】図49は被検査ウエハ表面のチップと回転走査方向とを示す図である。図50は前記図49の要部拡大図である。図51は前記図50の部分拡大図である。図49および図50から分かるように、被検査ウエハWの回転走査領域上のチップTの検出データである表面画像データはrθ座標に対応して記憶されている。これに対してモデル表面画像データは1チップ分のデータがXY座標に対応して記憶されている。次に、図50、図51によりrθ座標の被検査ウエハ表面画像データをXY座標の被検査ウエハ表面画像データに変換する方法(前記座標・データ変換手段C1F(図48参照)の機能)を説明する。

【0195】図50において、 Q_n 、 R_n 、 S_n はrθ座標上の2次電子の検出中心位置および検出強度を示しており、 O_n はモデル画像のXY座標上の1画素分のモデル表面画像データの検出部分(ビーム照射部分)の検出中心位置である。モデル表面画像データ検出手段C1C1により検出され記憶されたモデル表面画像データは、前記 O_n を中心とする表面部分からの放出線(2次電子)の検出データである。したがって、チップT上の欠陥の有無を検出するためには、前記2次電子検出強度 P_n 、 Q_n 、 R_n 、 S_n を、被検査ウエハW上のチップTの前記 O_n から放出される2次電子検出強度に変換して、モデル表面画像データと比較する必要がある。

【0196】本実施例5では、図50の点 O_n 、 P_n の距離を p_n 、 O_n 、 Q_n の距離を q_n 、 O_n 、 R_n の距離を r_n 、 O_n 、 S_n の距離を s_n とした場合に、 O_n を中心とする2次電子強度は、距離の短い2つの2次電子検出強度を使用して算出している。すなわち、前記距離 p_n 、 q_n 、 r_n 、 s_n の中で短いものは p_n 、 q_n である。この場合、 O_n を中心に含む被検査ウエハWの表面部分の2次電子検出強度 O_n は次式により定める

$$Q_n = (P_n \cdot q_n - Q_n \cdot p_n) / (p_n + q_n) \quad (16)$$

場合、前記式(16)は次式(17)で表せる

$$Q_n = (2P_n - Q_n) / 3 \quad (17)$$

前記式(17)は次式(18)で表せる。

$$Q_n = 3P_n / 3 = P_n \quad (18)$$

の被検査ウエハWの表面画像データを、XY座標のモデル表面画像データに対応した、XY座標の被検査ウエハ表面画像データに変換する場合、次のようにする。すなわち、図51のXY座標の2次電子検出表面部分の画素

(ビーム照射単位面積、すなわち、2次電子検出単位面積)の中心O1、O2、O3、…とし、P1、Q1を前記O1の周囲でO1に1番目および2番目に近いrθ座標の2

$$O1 = (P1 \cdot q1 - Q1 \cdot p1) / (p1 - q1) \dots\dots\dots (19)$$

また、O2の2次電子強度は次式(20)で表される

$$O2 = (P2 \cdot q2 - Q2 \cdot p2) / (p2 - q2) \dots\dots\dots (20)$$

以下同様に被検査ウエハWのチップ上のXY座標上のO3、O4、…の2次電子強度を検出することができる。そして、検出した被検査ウエハWのチップ上のXY座標に対応した検出2次電子強度(被検査試料表面画像データ)を、モデル表面画像データと比較することにより、被検査ウエハW上のチップ表面の欠陥の有無を検出することが可能となる。

【0198】図50において、被検査ウエハW上の各チップTの基準位置O0(X0、Y0)は検出できる。したがって、チップTが特定されると、その基準位置O0のXYが定まる。そうするとそのチップT上の画素(ビ-

$$O = \{Pn(qn + rn) / 2 + Qn(rn + pn) / 2 + Rn(pn + qn) / 2\} / (pn - qn + rn) \dots\dots\dots (21)$$

式(21)において、Pn=Qn=Rnである場合、pn、qn、rnの値に係わらず次式(22)が成り立

$$O = Pn \dots\dots\dots (22)$$

【0200】また、前記図50において、点Oに近い3つの点の検出データPn、Qn、Rn、Snを使用する

$$O = \{Pn(qn + rn + sn) / 3 + Qn(rn + sn + pn) / 3 + Rn(sn + pn + qn) / 3 + Sn(pn - qn + rn - sn) / 3\} / (pn - qn + rn) \dots\dots\dots (23)$$

式(23)において、Pn=Qn=Rn=Snである場合、pn、qn、rn、snの値に係わらず次式(24)

$$O = Pn \dots\dots\dots (24)$$

【0201】(実施例6)図52は本発明の部品検査システムの実施例6の全体説明図である。図52において、SEM(Scanning Electron Microscope、走査型電子顕微鏡)、光学式の異物検査装置A1、光学式欠陥検査装置A2、光学式表面検査装置A3、情報蓄積用のDIFS(Defect Image Filing System)サーバA4、およびCIM(Computer Integrated Manufacturing、製造装置制御用のホストコンピュータ)等はネットワーク(例えば、Ethernet)Nで接続されている。前記SEMは、CPU、ROM、RAM、I/O等を有するコンピュータにより構成され、SEMにはディスプレイD、メモリMe、キーボードK等が接続されている。また、前記図52において、異物検査装置A1、試料表面検査装置A2、およびDIFSサーバA4等も、ディスプレイD、メモリMe、キーボードK等が接続されたコンピュータにより構成され、コンピュータのメモリに記憶されたプログラムにより種々の処理を行うように構成されている。前記光学式の異物検査装置A1、光学式欠陥検査装置A2は市販の装置である。

【0202】前記光学式の各検査装置1、2、3の機能

次電子検出表面部分(ビーム照射部分)の中心位置および検出ビーム強度であるとすれば、O1の2次電子強度は次式(19)で表される

ム照射単位面積、すなわち、2次電子検出単位面積)O1、O2、O3、…のXY座標および前記各画素におけるモデル画像データも分かる。被検査ウエハW上の実際のチップTの前記画素O1、O2、O3、…における被検査試料表面画像データが分かれば、前記モデル画像データと比較することにより、前記実際のチップTの欠陥の有無を検出することができる。

【0199】なお、前記図50において、点Oに近い3つの点の検出データPn、Qn、Rnを使用する場合は、次の式(21)を使用可能である。

場合は、次の式(23)を使用可能である。

4)が成り立つ。

は次のとおりである。

(1)異物検査装置A1:異物検査装置A1は、被検査試料上の異物(塵など)を自動的に検出し、異物の位置およびサイズをファイルする機能(整理して記憶する機能)および前記ファイルされた結果、すなわち予備検査情報をDIFSサーバA4に送信する機能を有している。

(2)欠陥検査装置A2:欠陥検査装置A2は、被検査試料上の異物あるいはパターン欠陥を自動的に検出し、欠陥の位置およびサイズをファイルする機能および前記ファイルされた結果、すなわち予備検査情報をDIFSサーバA4に送信する機能を有している。

(3)光学式表面検査装置(光学式レビュー装置)A3:光学式表面検査装置A3は、異物検査装置A1または試料表面検査装置A2の検査結果である予備検査情報を元に、さらに詳細な検査を行う機能を有している。

【0203】前記予備検査情報ファイルには、製品番号、ロット、被検査試料ID、工程、製造装置、日付、等の他に、異物や欠陥の個数、被検査試料上の位置、およびサイズなどが記憶される。前記予備検査情報によ

り、検査部品の製造工程の欠陥発生状況や傾向を把握することが可能である。このため、歩留管理システムでは、異物情報ファイルや欠陥情報ファイル等の予備検査情報ファイルが必要不可欠となっている。前記予備検査装置(1、2)によって得られた前記予備検査情報ファイル(異物情報ファイルおよび欠陥情報ファイル)は、それぞれ異物検査装置A1または試料表面検査装置A2の付属のコンピュータまたは前記DIFSサーバ4に記憶される。

【0204】(4)SEM:SEM(Scanning Electron Microscope、走査電子顕微鏡)はSEM本体、SEM C(SEM Controller、SEMのコントローラ)により構成されている。前記SEM Cは、ネットワークNに接続されており、前記ネットワークNに接続された異物検査装置A1、欠陥検査装置A2、DIFSサーバ4、CIMとの間で情報の送受信を行う機能を有している。前記SEMは、SEMにより撮像した画像を表示するディスプレイDを有している。前記SEMにはEDS(Energy Dispersive X-ray Spectrometer、エネルギー分散X線分光装置)が装着されている。EDSは、試料から発生する特性X線を検出し、微小領域中に含まれている元素の定性、定量分析を行う装置である。

【0205】前記SEMは、被検査試料等の検査部品の予備検査を行う際には、前記実施例1と同様に、試料ステージにより試料(被検査ウエハ)を回転させながら、試料表面の回転走査領域から放出される放出線(例えば、2次電子)を検出する機能を有している。前記SEMにより検出された、モデル表面画像データおよび被検査試料表面画像データは、前記DIFSサーバ4に送信され、DIFSサーバ4に記憶される。

【0206】(5)DIFSサーバ4:DIFSサーバ4は、前記異物検査装置A1、欠陥検査装置A2、DIFSサーバ4、CIM等から送信された情報を分類して記憶する機能、およびSEMから送信される、欠陥画像、欠陥に関する種々の情報、欠陥の分類情報等のSEM検査情報(検査結果、SEMに装着されたEDSによるX線分析結果等を含む)を記憶する。また、DIFSサーバ4は、他の装置から送信されたデータ(テストによるテスト結果、すなわち、抵抗値等)や、CVD装置やエッチング装置などの製造設備から得られるプロセス情報(反応炉温度、製造プロセスで利用したガスの種類、ガス流量等)を分類した状態で記憶する機能を有している。また、DIFSサーバ4は、他の装置からのデータ要求信号に応じて要求されたデータを送信する機能を有する。DIFSサーバで予備検査情報、詳細検査情報等のデータを管理することにより、各検査装置毎に検査情報を保存する必要がなくなり、検査情報管理(バックアップや整理、削除など)が容易になり、SEMで必要とする予備検査情報を個別の検査装置ごとに探さなくても、DIFSデータベース(検査部品情報データベ

ース)の検索により容易に取り出すことができる。

【0207】前記DIFSサーバ4は、前記被検査試料表面画像データDと前記モデル表面画像データMとの差の絶対値 $|D-M|$ を算出し、前記差 $|D-M|$ が所定の閾値D0以内か否かを、被検査試料表面の全画像データに対して判別することにより、前記実施例1と同様に試料表面(被検査ウエハ表面)の検査を行うことができる。すなわち、この実施例6のDIFSサーバ4は、前記実施例1の検査用データ検出手段C1Cを有していないが、SEMなどから送信されたデータを記憶する検査用データ記憶手段を有し、記憶されたモデル表面画像データや被検査試料表面画像データを使用することにより、被検査試料(ウエハ)表面の検査を行うことができる。すなわち、本実施例6の前記DIFSサーバ4は、試料表面検査装置としての次の機能(C1D2)、(C1D1)、および(C1E)を有している。

【0208】C1D2:被検査試料表面画像データ記憶手段

被検査試料表面画像データ記憶手段C1D2は、被検査試料表面画像データDを記憶する。前記被検査試料表面画像データDは、検査される試料表面である被検査試料W表面を荷電粒子ビームで走査したときに前記被検査試料W表面のビーム照射部分から放出される放出線の検出データを前記ビーム照射部分の座標位置に対応させたデータであり、被検査試料W表面に設定した原点からの距離 r と前記原点を通る基準軸からの前記原点回りの回転角度 θ とを使用した $r\theta$ 座標位置に対応させたデータである。

C1D1:モデル表面画像データ記憶手段

モデル表面画像データ記憶手段C1D1は、前記被検査試料Wと同じ試料であって表面に欠陥が無いモデル試料の表面を荷電粒子ビームで走査したときに前記モデル試料表面のビーム照射部分から放出される放出線の検出データに相当するモデル表面画像データMを記憶する。

C1E:欠陥検出手段

欠陥検出手段C1Eは、前記 $r\theta$ 座標位置の被検査試料表面画像データDをモデル表面画像データMと比較することにより、被検査試料W表面の各座標位置における欠陥の有無を検出する。

【0209】(実施例6の作用)本発明の実施例6の試料表面検査装置としての次の機能を有する前記DIFSサーバ4は、欠陥の有無を検出するために記憶されたモデル表面画像データMおよび被検査試料表面画像データDが $r\theta$ 座標に対応して記憶される。前記DIFSサーバ4は、試料を回転走査することにより高速に取得することができる前記モデル表面画像データMおよび被検査試料表面画像データDを使用して試料の欠陥の有無を検出することができる。

【0210】(変更例)以上、本発明の実施例を詳述したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではない。

く、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内で、種々の変更を行うことが可能である。

【H01】前記各実施例1、2においては、XY直進走査領域RBおよび回転走査領域RAを走査（検査）する際、ウエハ上のビーム照射領域である走査部分の移動速度を一定にしているが、例えば、回転走査領域RAを走査する際には、前記回転走査領域RAを所定の半径の外側部分（半径の大きい走査部分）と内側部分（半径の小さい走査部分）とに2分して、半径の小さい走査部分を走査する際には半径の大きい走査部分を走査する場合に比較して、走査部分の移動速度を1/2に設定して走査（検査）を行うことが可能である。その場合には、2次電子検出量を走査速度に応じて補正すれば良い。また、回転走査領域RAの走査を一定回転速度で行うことが可能である。その場合、前記走査部分の回転中心WOからの半径の大きさによって、走査部分（ビーム照射部分）の前記移動速度（周速度）が異なるので、各走査部分の2次電子検出量を前記移動速度（周速度）に応じて補正すれば良い。

【0211】（H02）前記各実施例1、2では、ウエハW上の電子ビーム（照射ビーム）を所定の走査幅で往復走査しながら、前記走査幅方向に垂直な方向にウエハWを一定速度で移動させることによりウエハW表面の走査（検査）を行っているが、前記走査幅方向の往復走査を行うことなく、大きな径の電子ビームでウエハ表面部分（走査部分）を照射しながら前記走査部分を一定速度で移動させて、ウエハW表面の走査（検査）を行うことが可能である。

【0212】（H03）試料ステージU3上に保持されたウエハW表面のXY座標位置に対応した高さ（ウエハ表面高さ）を検出し、2次電子検出量を前記ウエハ表面高さに対応して補正することができる。その場合、2次電子検出量の検出誤差を補正することができるので、検査精度を向上させることが可能である。

【H04】前記各実施例1、2において、反射ビーム検出装置の代わりに、反射電子検出装置、オージェ電子検出装置、X線検出装置等を使用することが可能である。

【H05】前記ウエハ保持装置としては静電チャックを使用可能である。

【0213】

【発明の効果】前述の本発明の試料表面検査装置は、下記の効果を奏することができる。

（E01）SEM（走査型電子顕微鏡）を使用して被検査ウエハの検査を行う際の検査に要する時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明の試料表面検査装置の実施例1の全体説明図である。

【図2】図2は同実施例1の全体斜視図である。

【図3】図3は同実施例の部分平面図である。

【図4】図4は真空試料室（真空作業室）内に配置されたXYテーブルに支持された回転テーブルの昇降ロッドの説明図で、前記図3のIV-IV線断面図である。

【図5】図5は前記図4の要部拡大図である。

【図6】図6は前記図5の回転テーブル上に載置された試料Wの位置決め機構の説明図で、回転テーブルが前記図5とは異なる位置に回転したときの断面図である。

【図7】図7は前記詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2の前記上壁部2への取付構造を示す図である。

【図8】図8は試料検査制御装置Cに接続された予備検査用走査型電子顕微鏡SEM1の構成要素のブロック線図である。

【図9】図9は詳細検査用走査型電子顕微鏡SEM2の構成要素のブロック線図である。

【図10】図10は本発明の実施例1の被検査ウエハの検査用データ検出方法の説明図であり、被検査ウエハを回転させながら検査する回転検査領域と被検査ウエハをX方向およびY方向に直進移動させながら検査するXY直進走査領域とに分けて検査用データを検出する方法の説明図である。

【図11】図11は同実施例1の被検査ウエハWの検査用データ検出方法の詳細説明図で、回転検査領域の検査用データの検出方法の説明図である。

【図12】図12は前記図11の要部拡大説明図である。

【図13】図13はXY直進走査領域の検査用データ検出方法の説明図である。

【図14】図14は前記図13の拡大説明図である。

【図15】図15は本発明の試料表面検査装置の実施例1の制御部の説明図で、試料検査制御装置Cの説明図である。

【図16】図16は本発明の試料表面検査装置の実施例1の制御部の説明図で、前記図15の続きの部分を示す図である。

【図17】図17は本発明の試料表面検査装置の実施例1の制御部の説明図で、前記図16の続きの部分を示す図である。

【図18】図18は本発明の試料検査制御装置CのSEM1用コントローラC1のフローチャートの説明図である。

【図19】図19は前記図18のST3でイエス（Y）の場合の処理を示すフローチャートである。

【図20】図20は表示画面の説明図で、図20AはST1で表示される画面、図20BはST21で表示される画面である。

【図21】図21は前記ST20においてイエス（Y）の場合の処理、すなわち、前記第1選択画面において

「(1) 検査用データ検出処理」が選択された場合の処理を示すフローチャートである。

【図22】図22はST33で表示される画面である。

【図23】 図23は前記図21のST45の続きのフローチャートである。

【図24】 図24は前記図23のST45のサブルーチンである。

【図25】 図25は前記図23のST47のサブルーチンである。

【図26】 図26は前記図18のST19のサブルーチンの説明図で、欠陥予備検査処理のフローチャートである。

【図27】 図27は前記図26の予備検査処理で表示される予備検査初期画面を示す図で、図27AはST91で表示される予備検査初期画面を示す図、図27BはST98で表示される画面を示す図である。

【図28】 図28は予備検査処理のフローチャートで、前記図26のST99のサブルーチンである。

【図29】 図29は予備検査処理のフローチャートで、前記図26のST100のサブルーチンである。

【図30】 図30は本発明の実施例2の被検査ウエハの検査用データ検出方法の説明図であり、被検査ウエハを回転させながら検査用データを検出する螺旋状の回転検査領域と被検査ウエハをX方向およびY方向に直進移動させながら検査するXY直進走査領域とに分けて検査する方法の説明図である。

【図31】 図31は同実施例2の被検査ウエハWの検査用データ検出方法の詳細説明図で、螺旋状の回転検査領域の検査用データ検出方法の説明図である。

【図32】 図32は本発明の試料表面検査装置の実施例2の制御部の説明図で、前記図15の続きの部分を示す図であり、前記実施例1の図16に対応する図である。

【図33】 図33は前記図23のST45のサブルーチンである。

【図34】 図34は本発明の実施例3で使用する試料検査制御装置に接続されたSEM1（予備検査用走査型電子顕微鏡）の構成要素のブロック線図であり、前記実施例1の図8に対応する図である。

【図35】 図35は本実施例1のSEM1（予備検査用走査型電子顕微鏡）の鏡筒56に装着されたビーム識別周波数印加部材ホルダおよびそれが装着されるゴニオステージGSの全体図である。

【図36】 図36は前記図35に示すビーム識別周波数印加部材ホルダの説明図で、図36Aは平面図、図36Bは前記図36AのXXXVIB-XXXVIB線断面図、図36Cは前記図36Bの矢印XXXVICで示す部分の拡大図である。

【図37】 図37は前記図36のビーム識別周波数印加部材ホルダの先端部分の拡大説明図で、図37Aは平面図であり前記図36Aの矢印XXXVIAで示す部分の拡大説明図、図37Bは前記図37AのXXXVIB-XXXVIB線断面図、図37Cは前記図37Bの矢印XXXVICで示した部分の拡大図である。

【図38】 図38は前記図37のビーム識別周波数印加部材ホルダの内端部分の斜視図である。

【図39】 図39は前記図38の要部断面図である。

【図40】 図40はシールドフレートPL1およびビーム識別周波数印加部材PL2の斜視図である。

【図41】 図41は前記ビーム識別周波数印加部材PL2の識別周波数印加基板114の説明図である。

【図42】 図42は前記ビーム識別周波数印加部材PL2の識別周波数印加基板114の説明図で、図42AはシールドフレートPL1およびビーム識別周波数印加部材PL2の断面図で前記図41と同じ部分を示す図、図42Bは前記図42AのXXXIIB-XXXIIB線断面図である。

【図43】 図43は2次電子検出装置54の説明図である。

【図44】 図44は本発明の実施例1の被検査ウエハの検査方法の説明図であり、被検査ウエハを回転させながら検査する回転検査領域と被検査ウエハをX方向およびY方向に直進移動させながら検査するXY直進走査領域とに分けて検査する方法の説明図である。

【図45】 図45は前記回転走査時に試料検査制御装置C（図34参照）で行う、検出2次電子データの試料（ウエハ）W上の位置を定める処理の説明図である。

【図46】 図46は本発明の実施例4の被検査ウエハの検査方法の説明図で、前記実施例2の図30または実施例3の図44に対応する図であり、被検査ウエハを回転させながら検査する回転検査領域と被検査ウエハをX方向およびY方向に直進移動させながら検査するXY直進走査領域とに分けて検査する方法の説明図である。

【図47】 図47は本発明の実施例5の試料検査装置の制御部分のブロック線図の要部を示す図で、前記実施例1の図16に対応する図である。

【図48】 図48は前記図47の続きの部分を示す図で前記実施例1の図17に対応する図である。

【図49】 図49は被検査ウエハ表面のチップと回転走査方向とを示す図である。

【図50】 図50は前記図49の要部拡大図である。

【図51】 図51は前記図50の部分拡大図である。

【図52】 図52は本発明の部品検査システムの実施例6の全体説明図である。

【図53】 図53は予備検査情報の表示例を示す図であり、図53Aは被検査ウエハである被検査ウエハの外形および被検査ウエハ上の異物位置または欠陥位置を示す図、図53Bは異物番号または欠陥番号0、1、…とその位置、大きさ等の情報を表形式で示す図である。

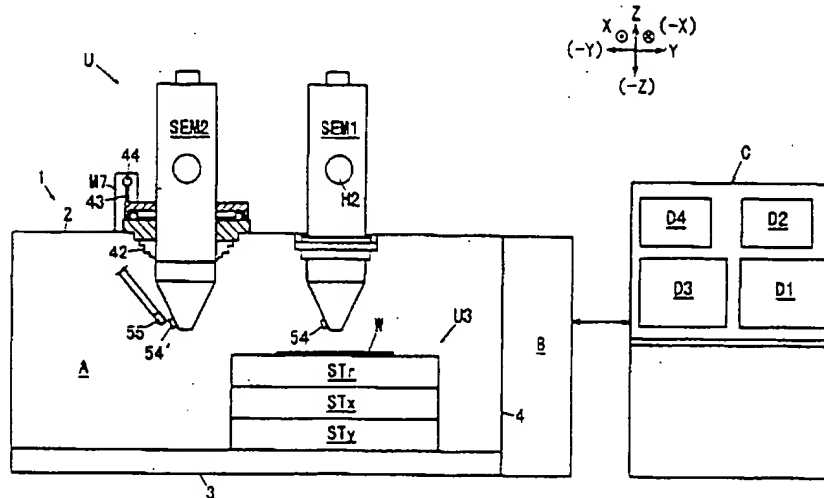
【符号の説明】

W…被検査試料、C1D1…モデル表面画像データ記憶手段、C1D2…被検査試料表面画像データ記憶手段、C1E…欠陥検出手段、C1F…座標・データ変換手段、D…

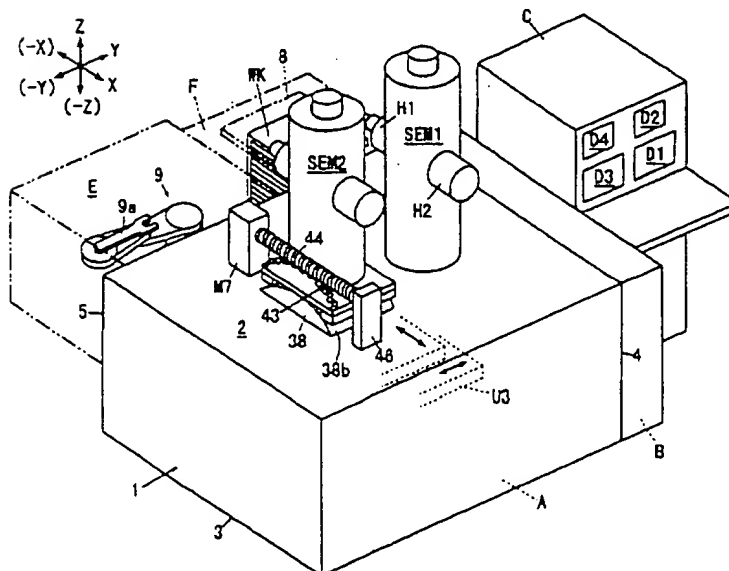
被検査試料表面画像データ、(Dx-Mx)・・・X軸移動装置(Xテーブル駆動装置)、(Dy-My)・・・Y軸移動装置(Yテーブル駆動装置)、(Dx-Mx, Dy-My)・・・水平移動装置、M・・・モデル表面画像データ、PL2・・・ビーム識別周波数印加部材、STx、STy・・・水平移動テーブル(X、Yテーブル)、STr・・・回転テーブル、SE

M1・・・荷電粒子ビーム走査装置(予備検査用走査型電子顕微鏡)、U3・・・試料ステージ、54、54'・・・放出線検出装置、54a'・・・放出線検出器、54b'・・・放出線分離装置、(AS0~AS399, BS0~BS399)・・・ビーム通過口、(26~37, M6, MD6, LS3, LS4)・・・試料保持装置。

【図1】



【図2】



【図20】

(図20A) 初期画面 (第1選択画面)

- 実行する動作を選択して下さい。
- (1) 検査用データ検出処理
 - (2) 予備検査
 - (3) 詳細検査
 - (4) ウエハをステージにセット
 - (5) ウエハをステージから退避
 - (6) ウエハカセット搬入
 - (7) ウエハカセット搬出
 - (8) その他の動作
 - (9) 終了

動作状態

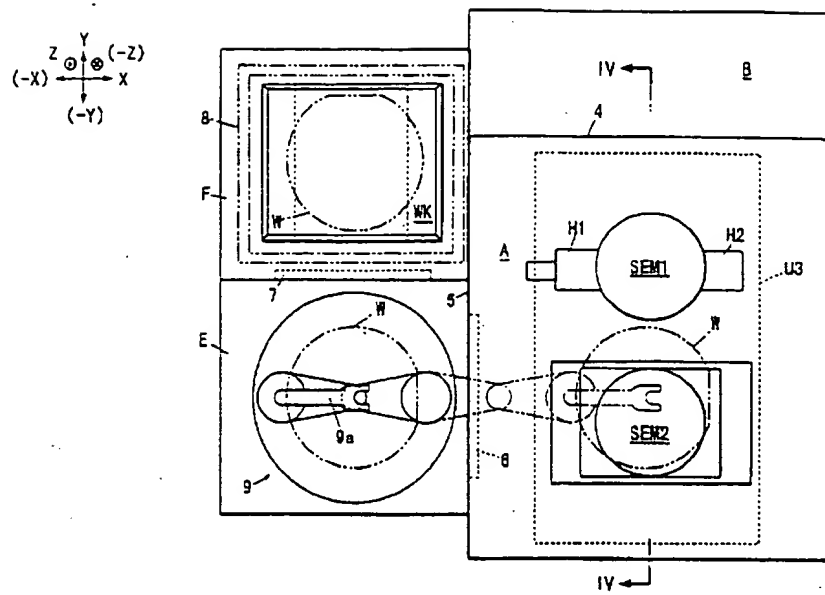
(図20B)

第2選択画面

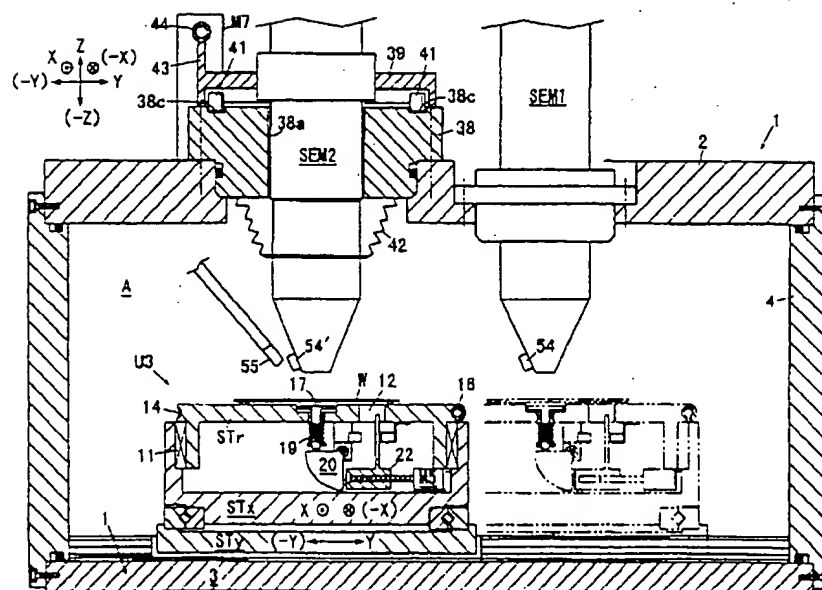
- 実行する動作を選択して下さい。
- (11) 第1選択画面戻り
 - (12) 真空試料室Aの真空引動作
 - (13) 試料交換室Bの真空引動作
 - (14) カセット収納室Fの真空引動作
 - (15) -----

動作状態

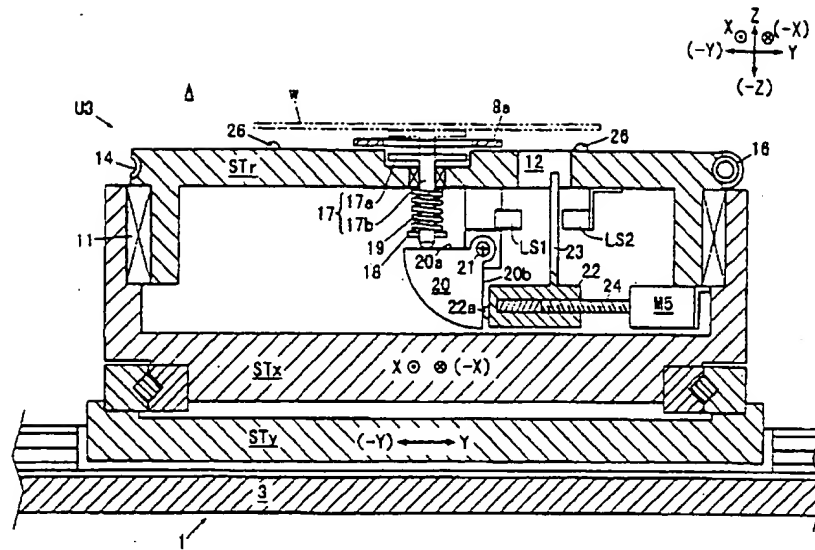
【図3】



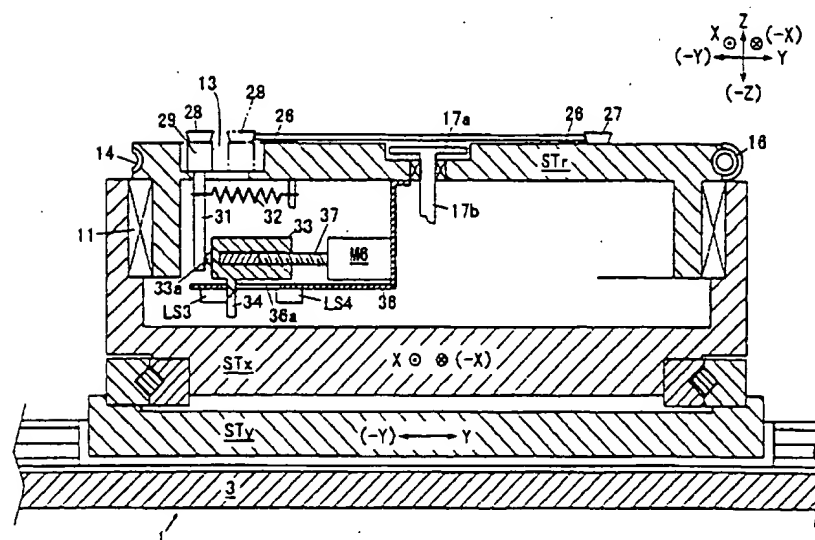
【図4】



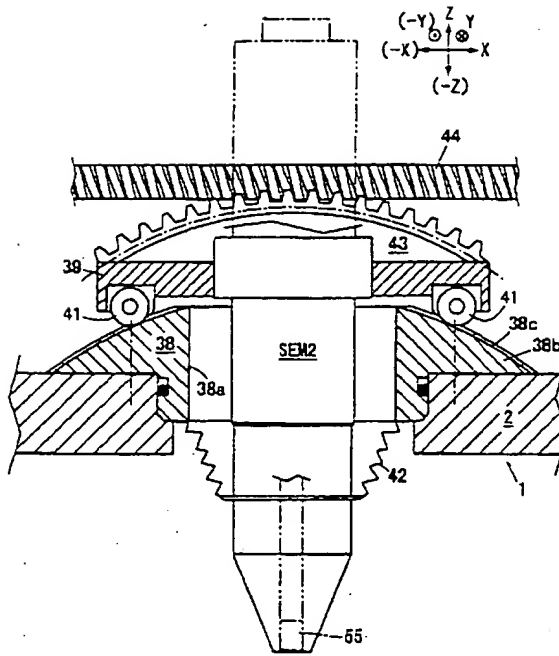
【図5】



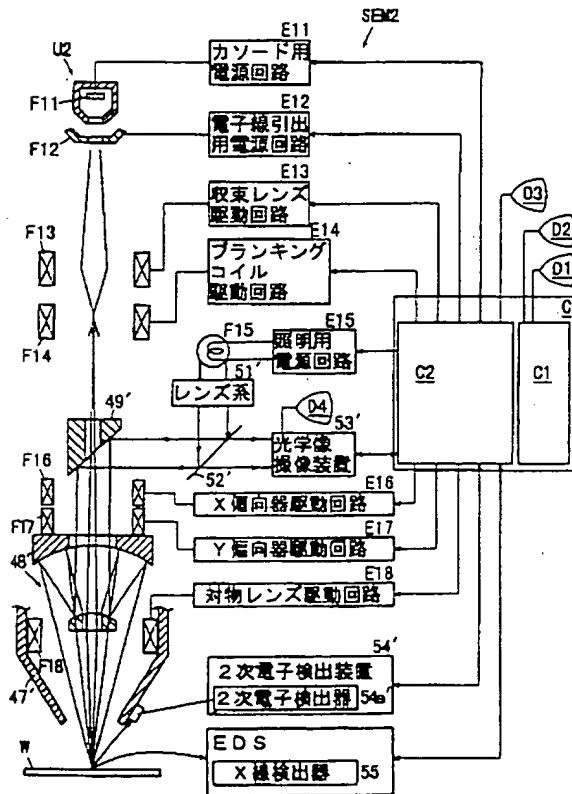
【図6】



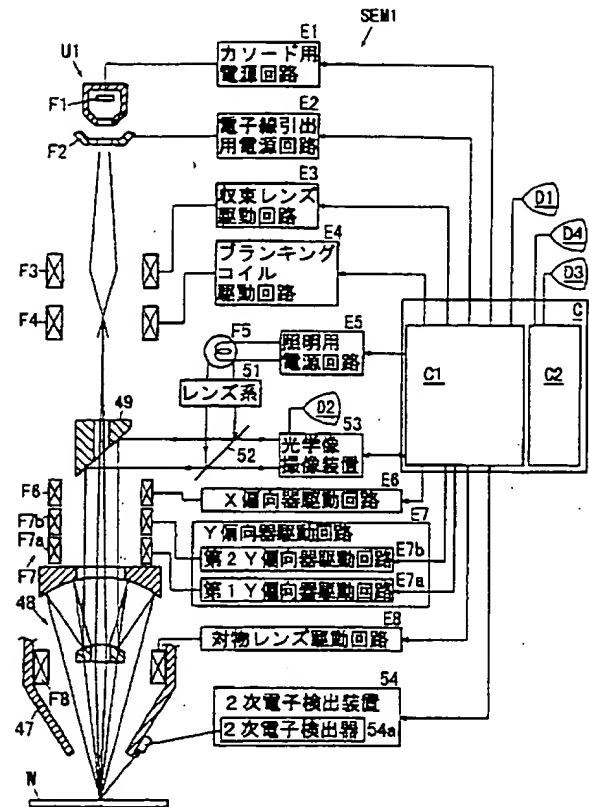
【図7】



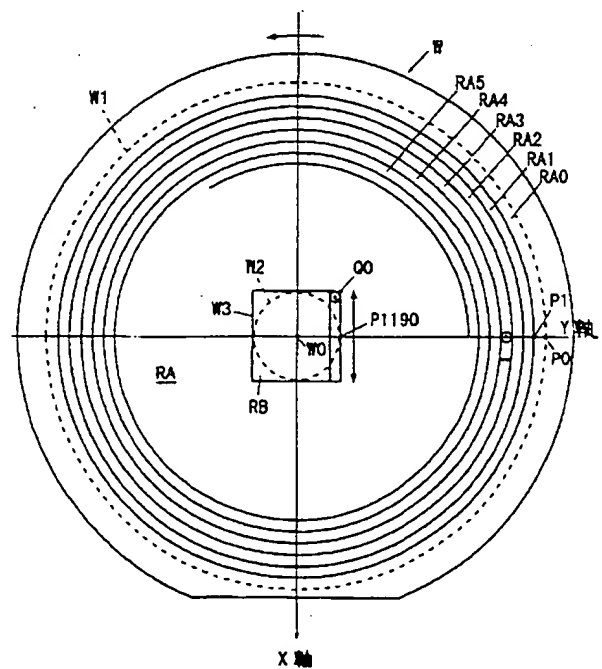
【図9】



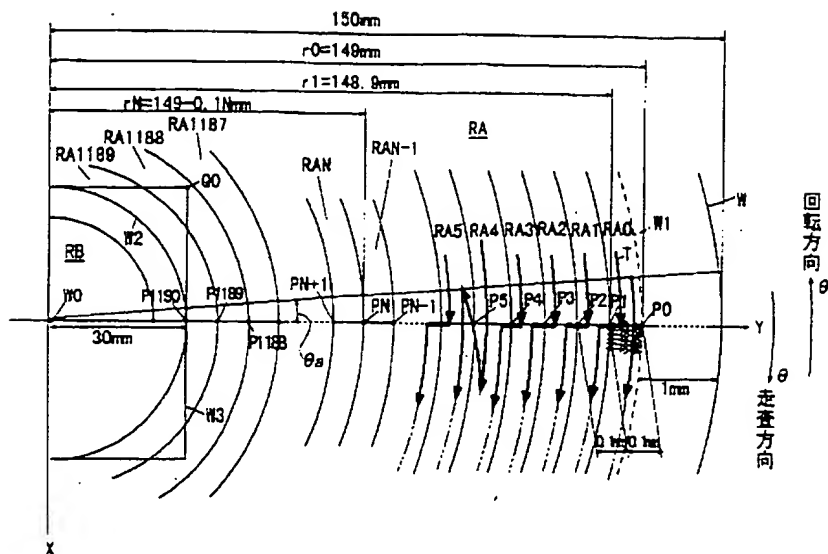
【図8】



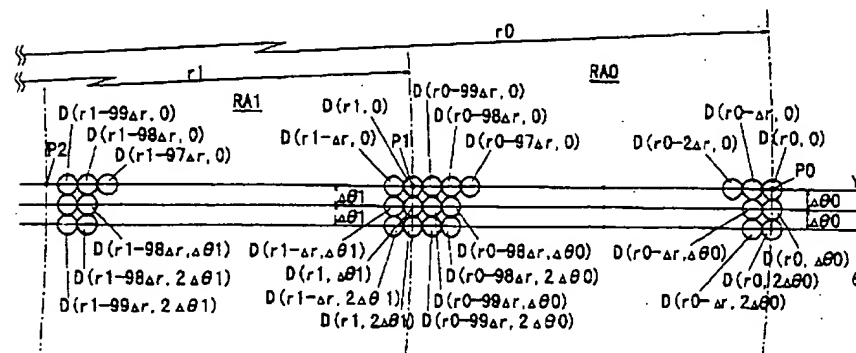
【図10】



【圖 1-1】



【例 12】


$$\begin{aligned} \Delta r &= (1/1000) \text{ mm} = 1 \mu\text{m} \\ r_1 &= r_0 - 100 \Delta r = r_0 - 0.1 (\text{mm}) \\ r_0 \times \Delta \theta &= r_1 \times \Delta \theta_1 \quad \therefore \Delta \theta_1 = \Delta \theta \times (r_0/r_1) \\ \text{一般に、} \quad r_N &= r_0 - 100 N \Delta r = r_0 - 0.1 \times N (\text{mm}) \\ r_0 \times \Delta \theta &= r_N \times \Delta \theta_N \quad \therefore \Delta \theta_N = \Delta \theta \times (r_0/r_N) \end{aligned}$$

【图 2-2】

ワエハ管線および検査パターン番号入力画面

次のデータを入力して下さい。

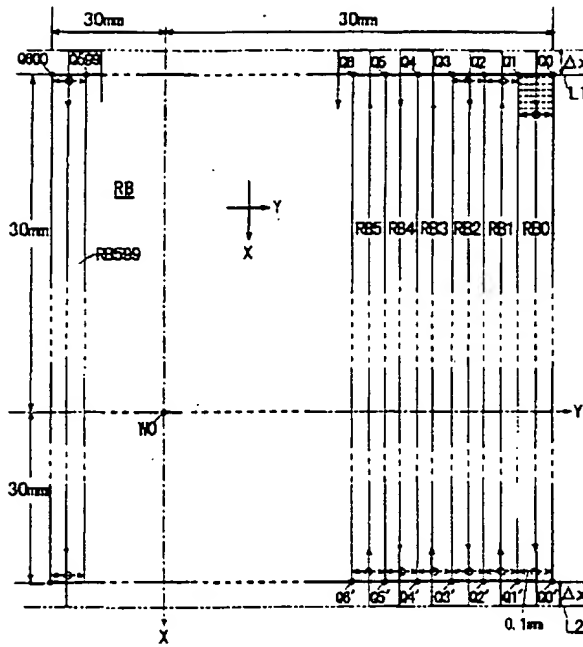
ウエハ口=

検査パターン

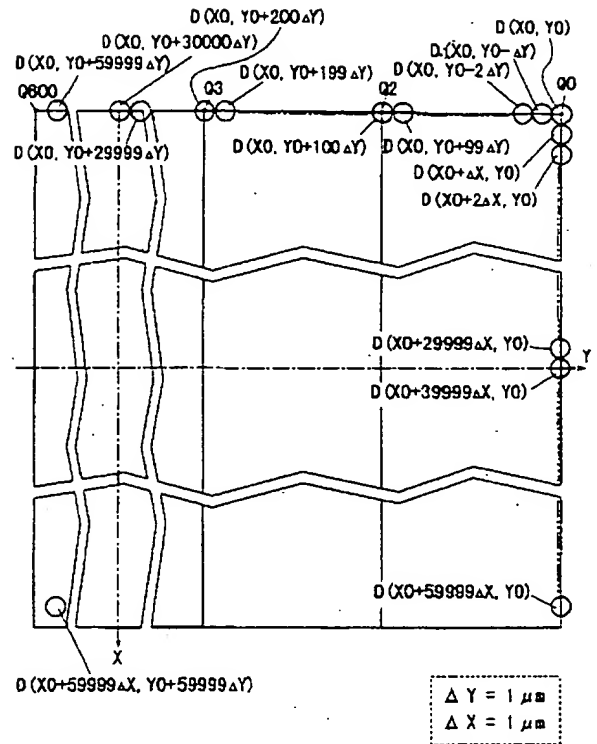
番号=

メッセージ表示欄

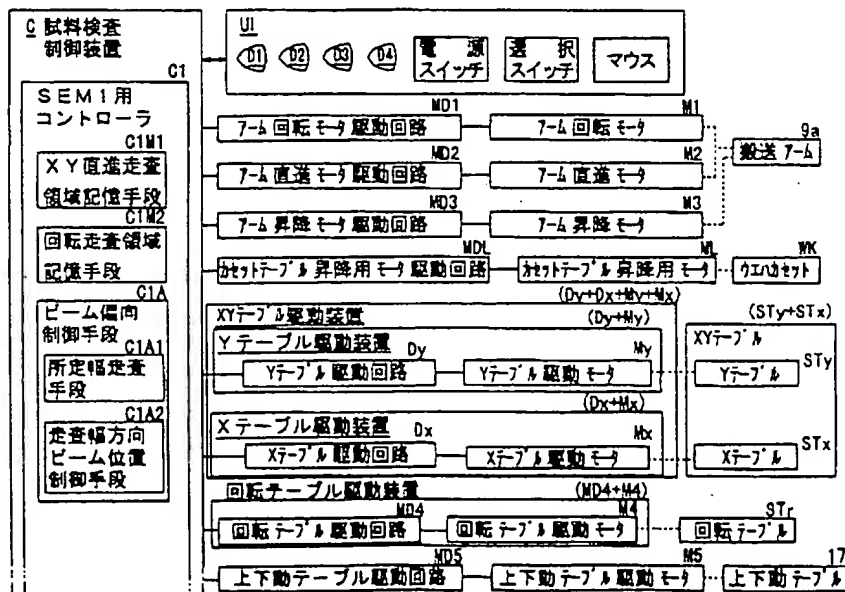
【図13】

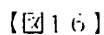


【図14】

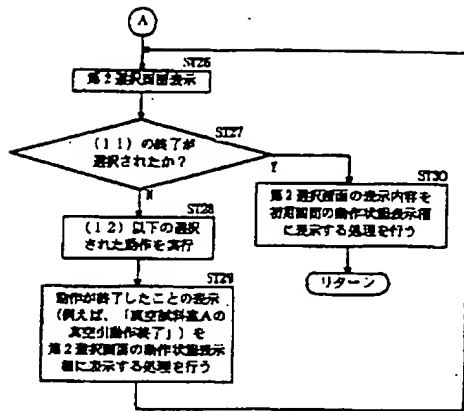


【図15】

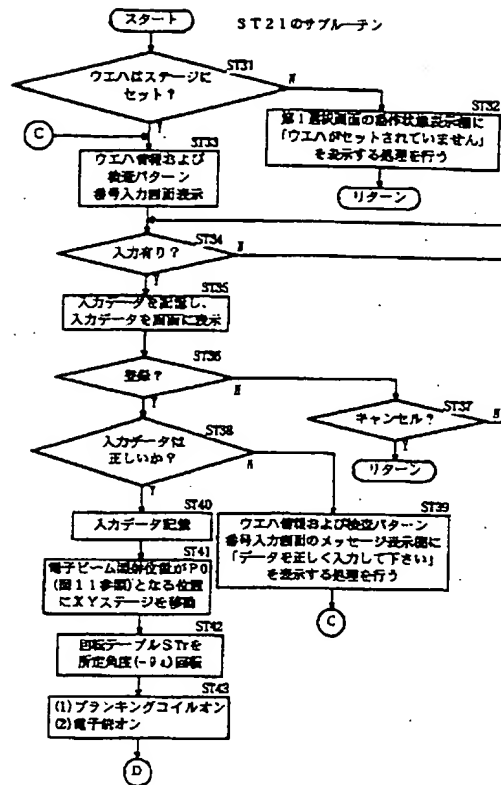




【図19】

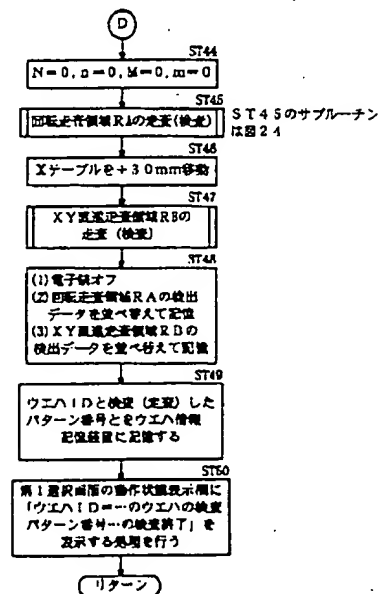


【図21】



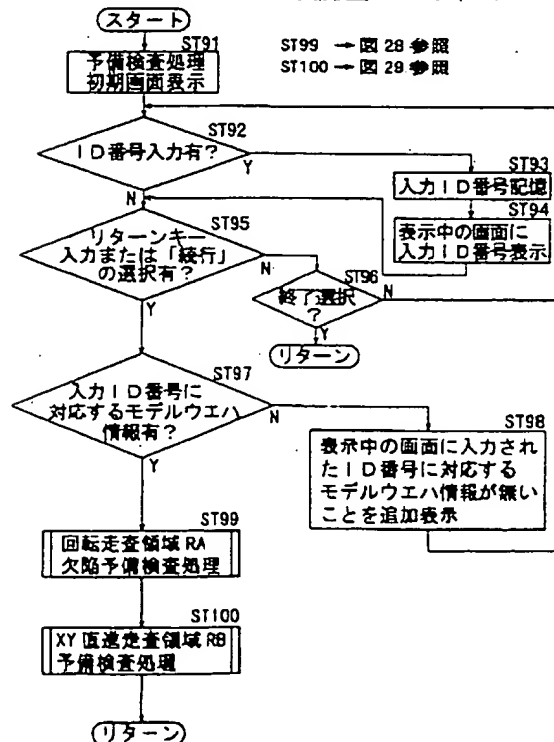
【図23】

N, n: 0.1mm幅のリング状走査領域の走査回数カウンタのカウンタ値
但し、nはn=5でリセットしてn=0とする。
M, m: 0.1mm幅の湾曲走査領域の走査回数カウンタのカウンタ値

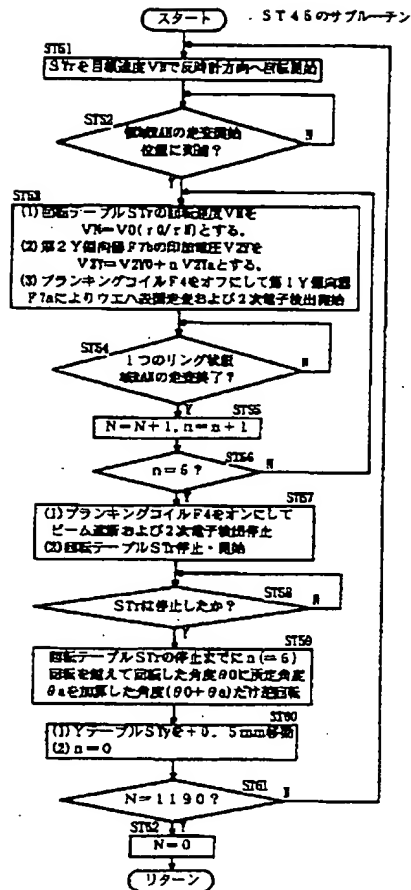


【図26】

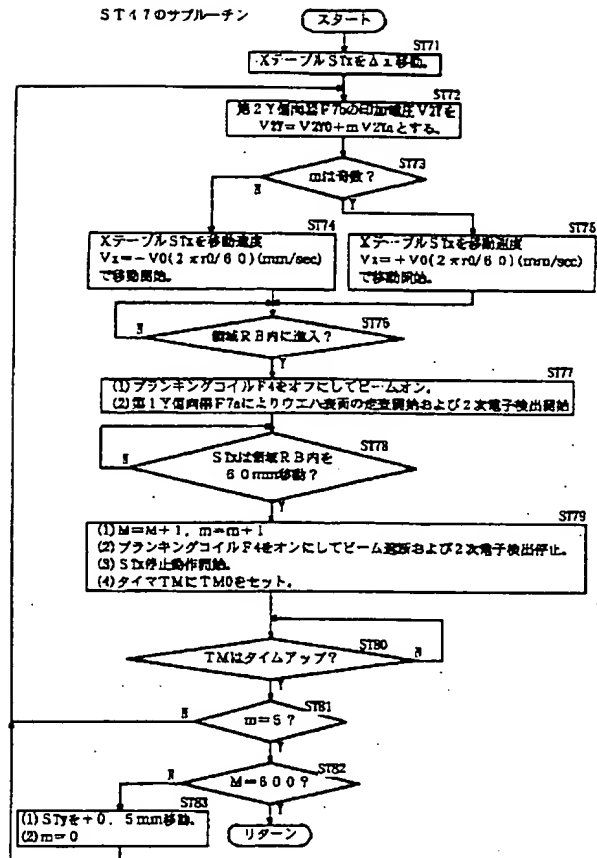
ST19のサブルーチン 予備検査フローチャート



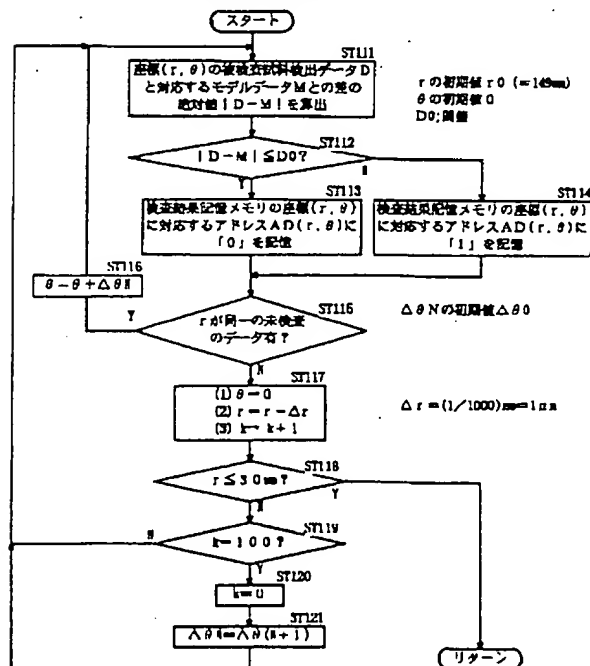
【図24】



【図25】

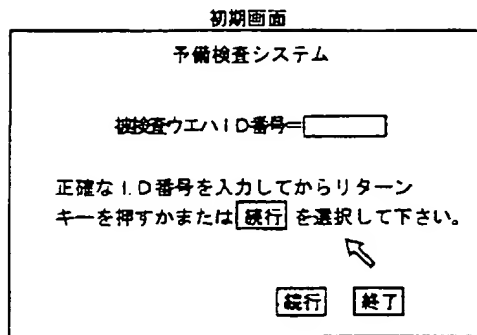


【図28】

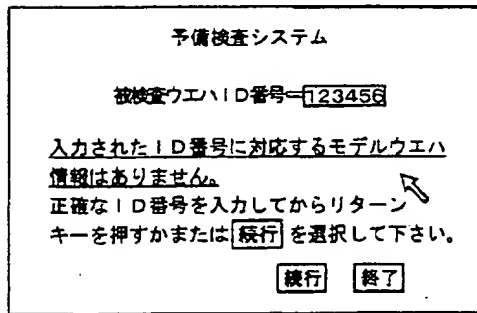
ST 99 のサブルーチン
(回転速度領域XA欠陥子音検査処理)

【図27】

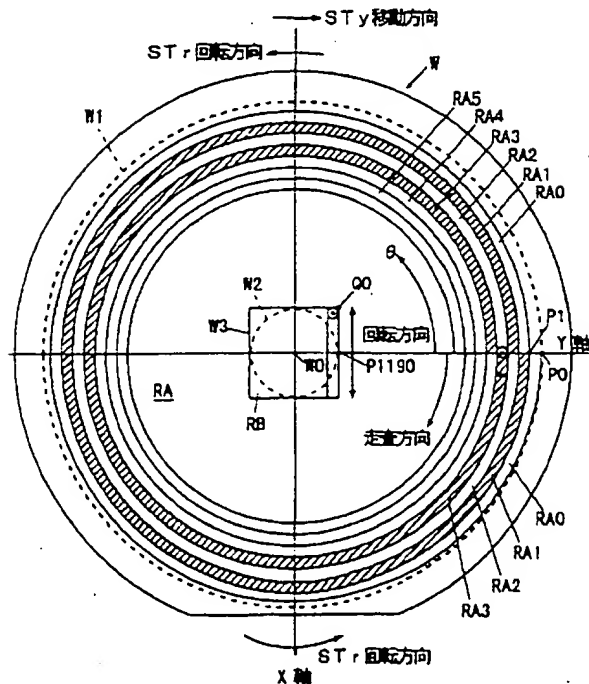
(図27A)



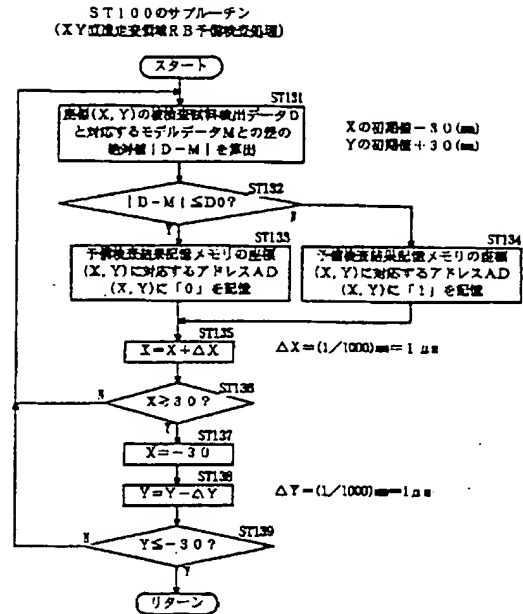
(図27B)



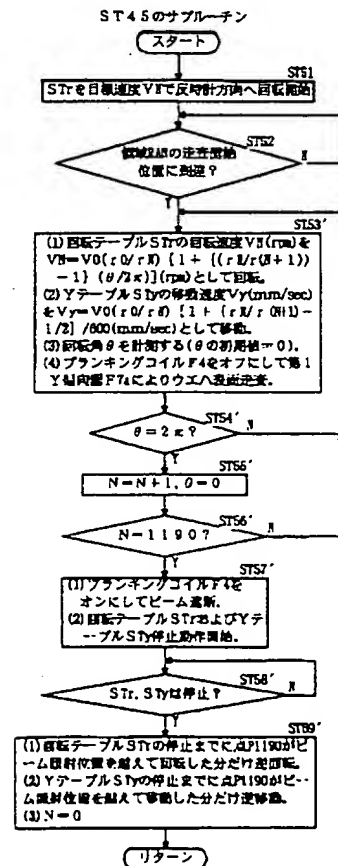
【図30】

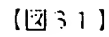


【図29】

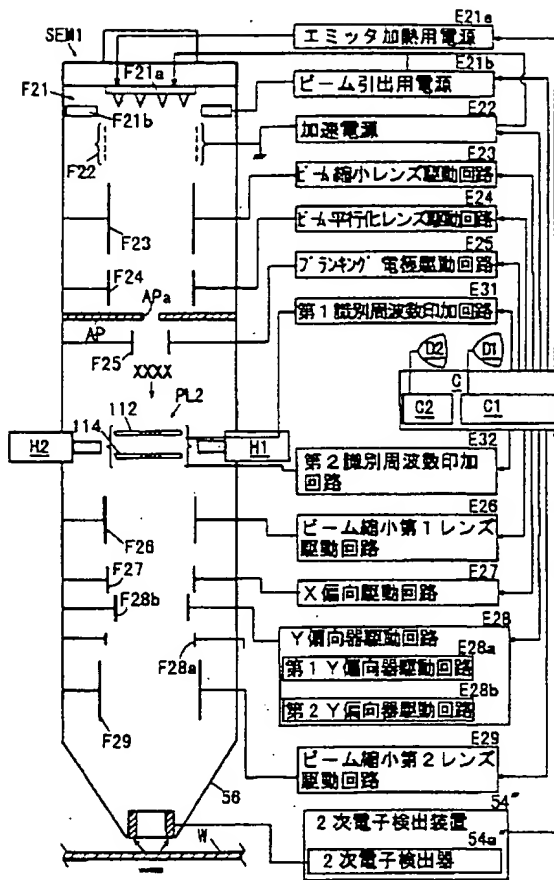


【図33】

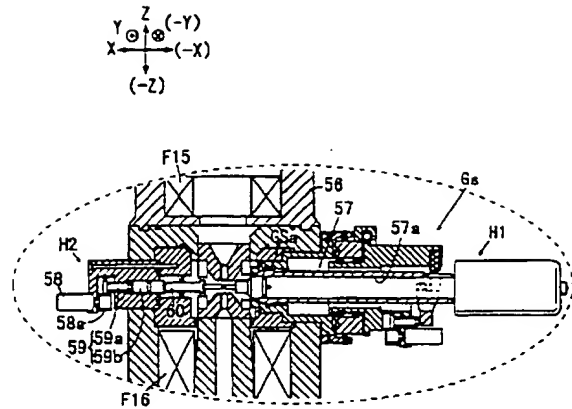




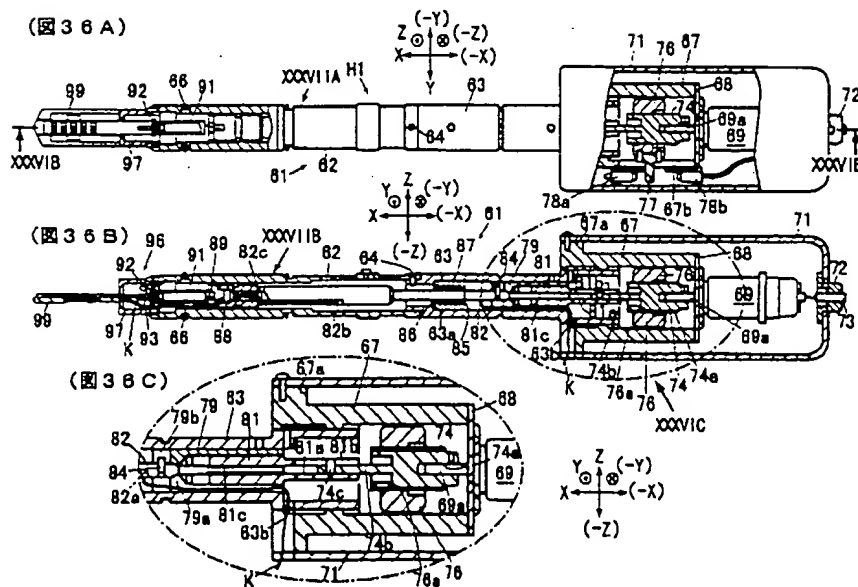
【図34】



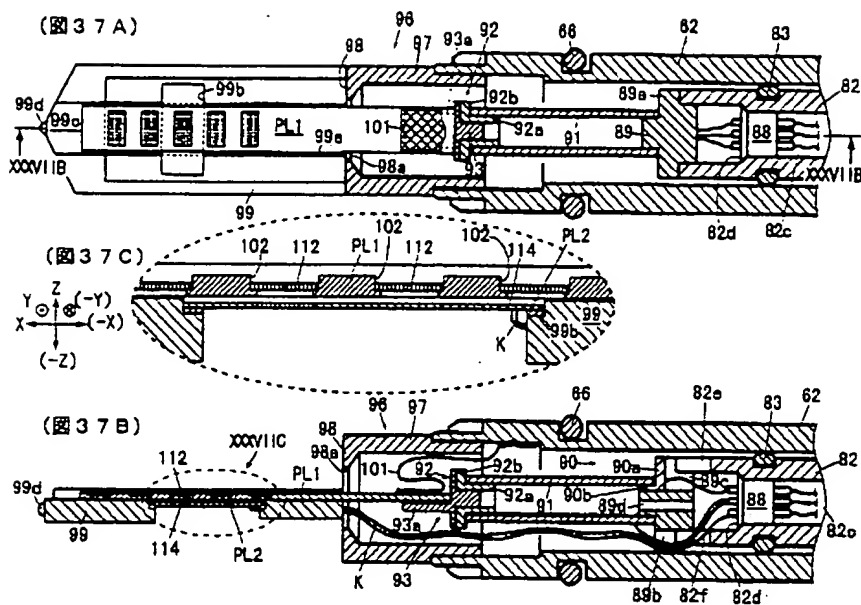
【図35】



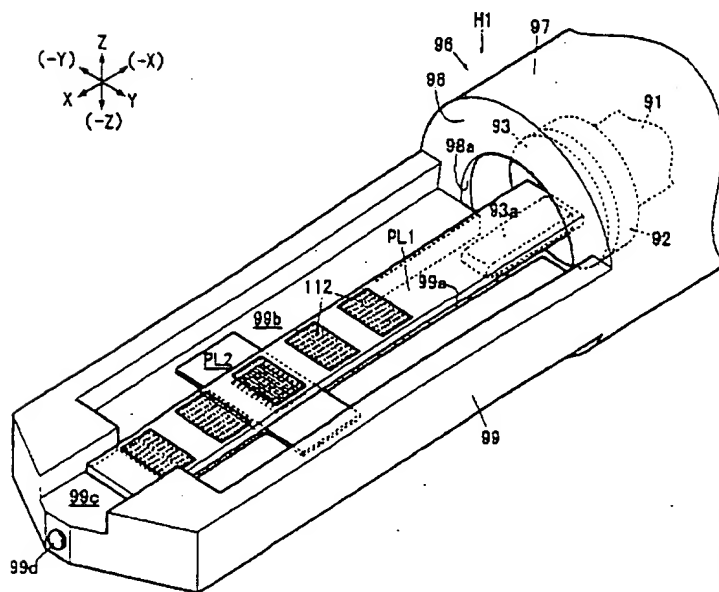
【図36】



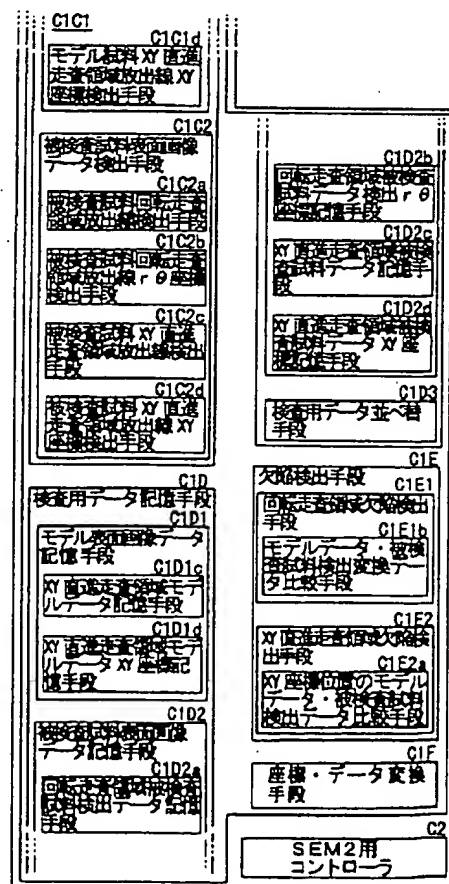
【図37】



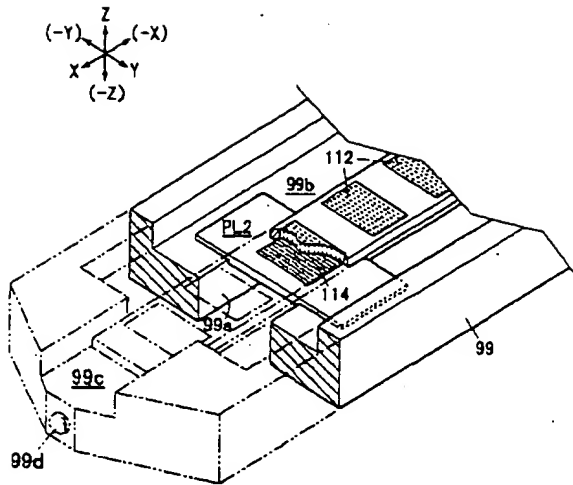
【図38】



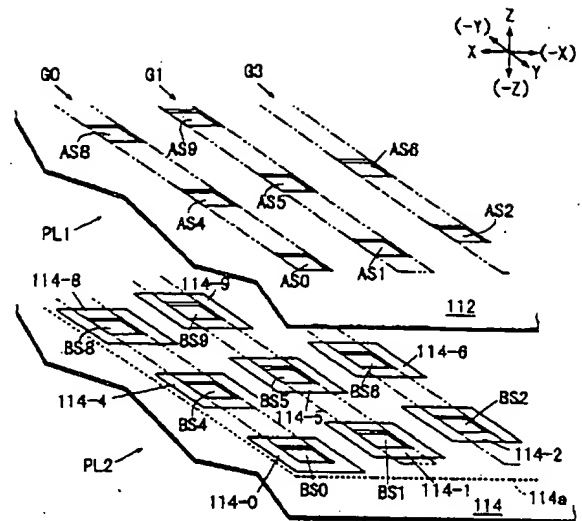
【図48】



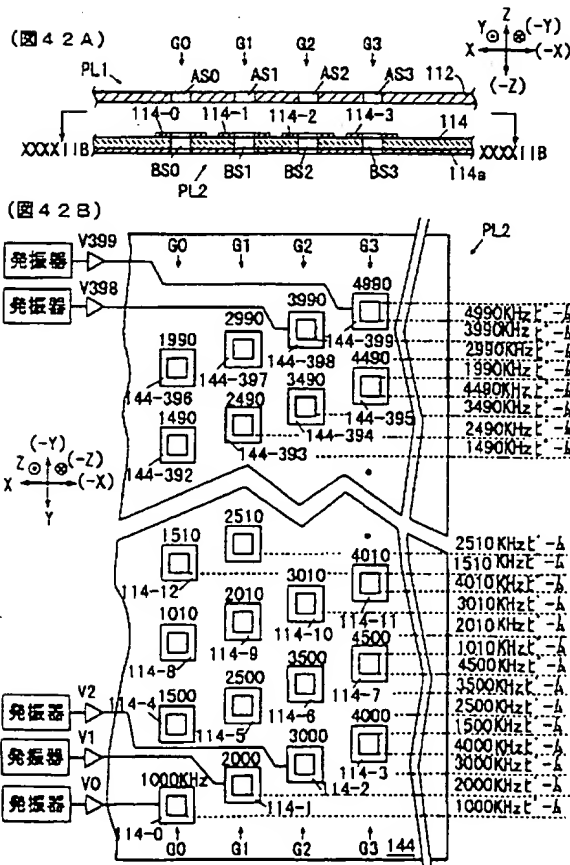
【図39】



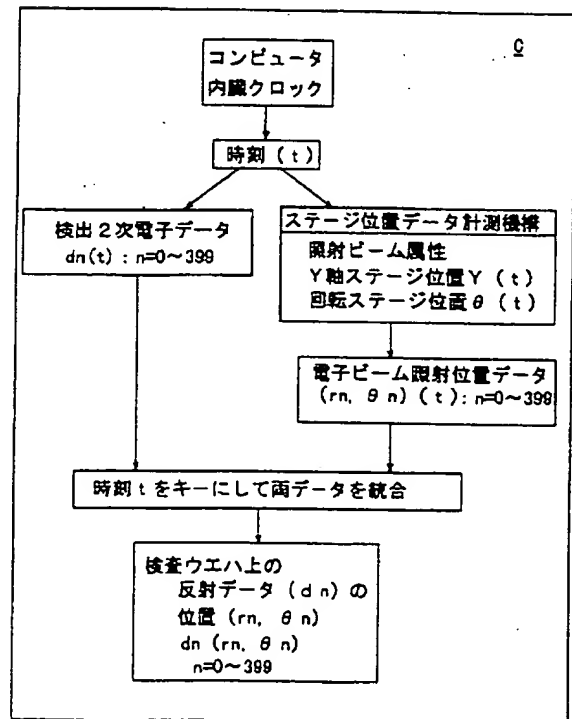
【図40】



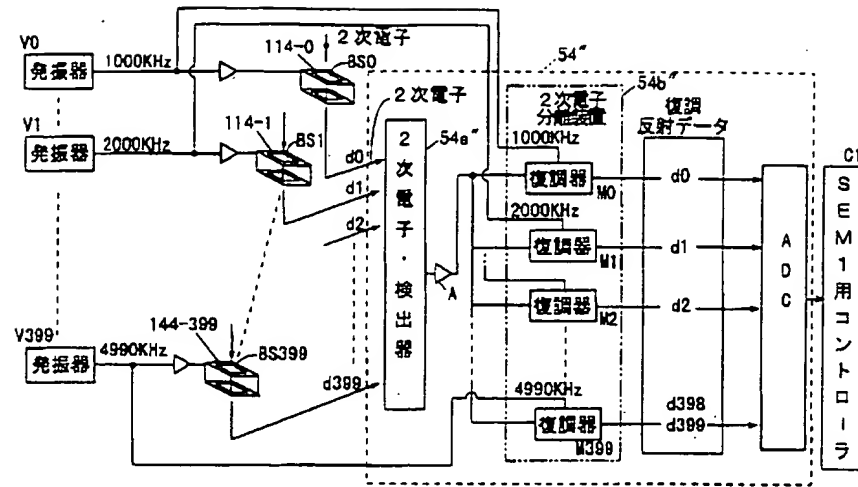
【図42】



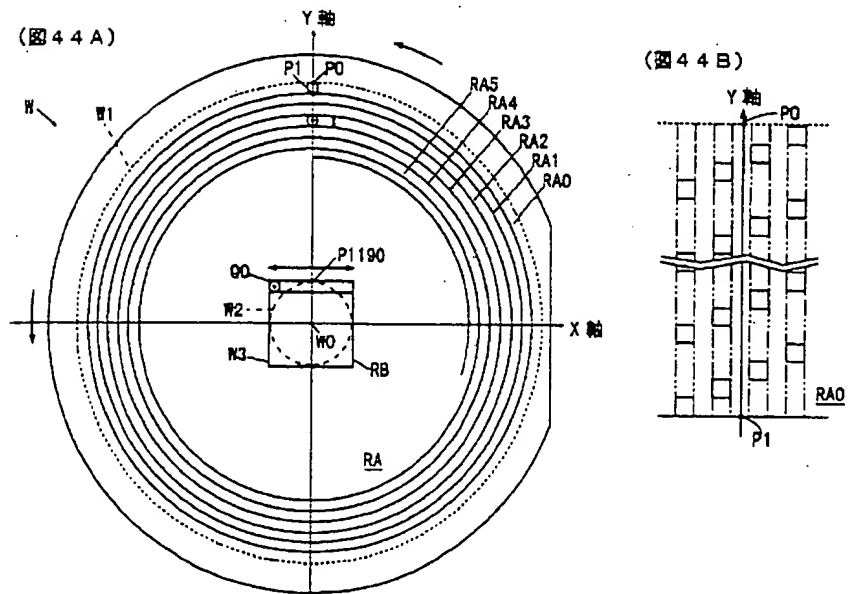
【図45】



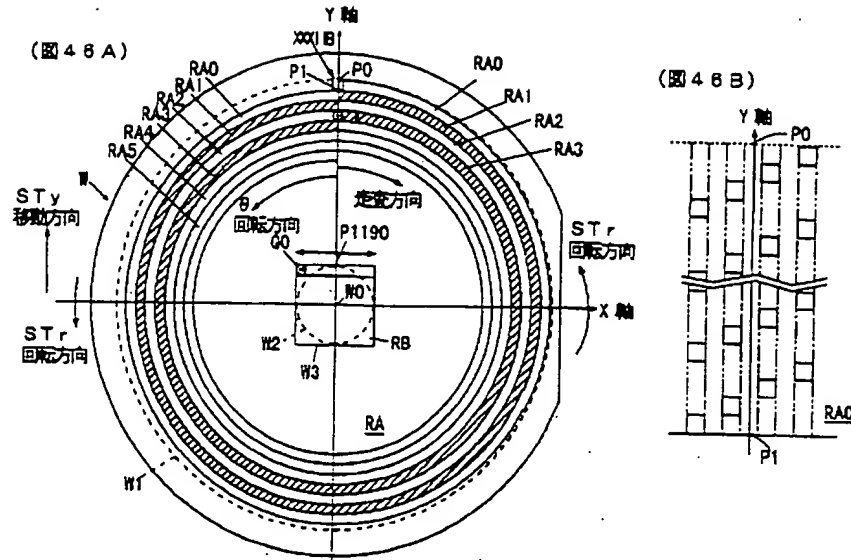
【図43】



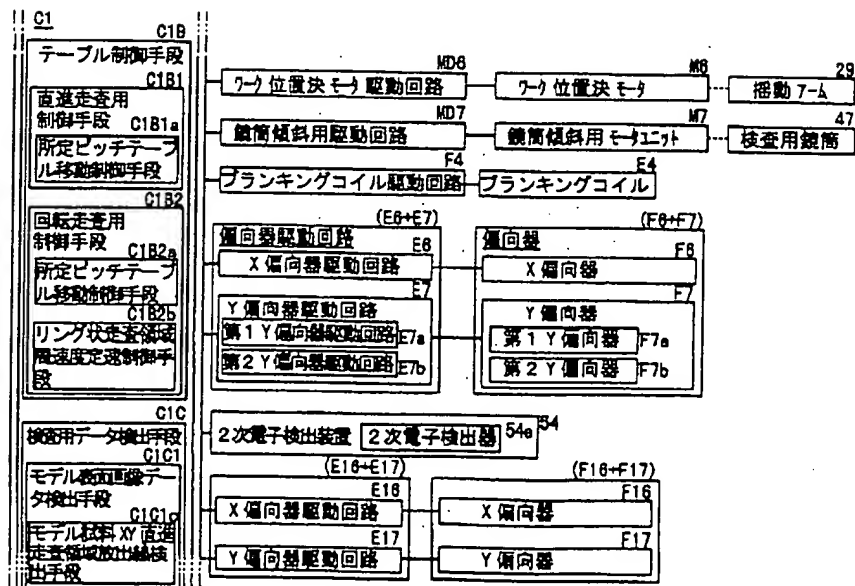
【図44】



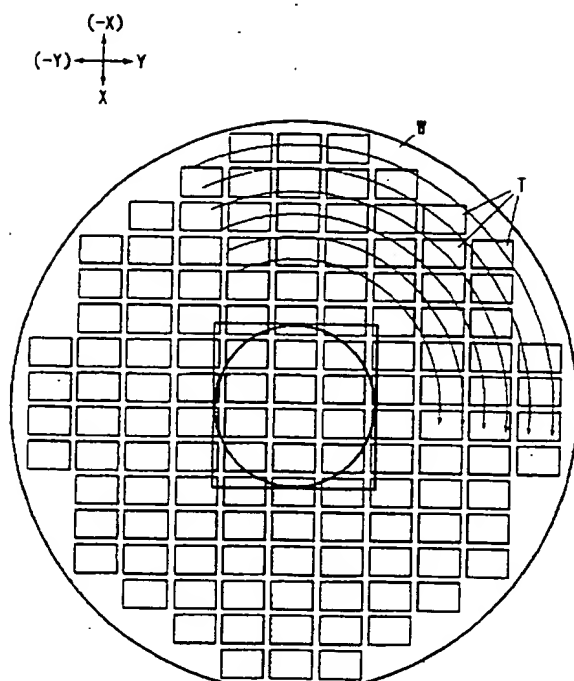
【図46】



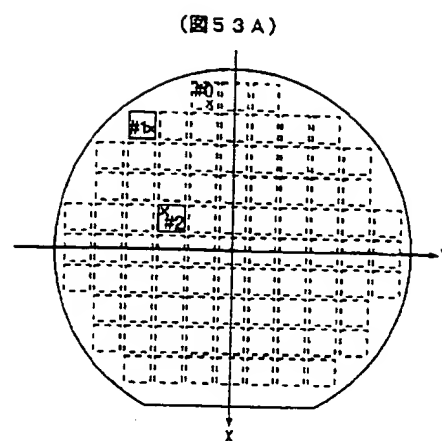
【図47】



【図49】



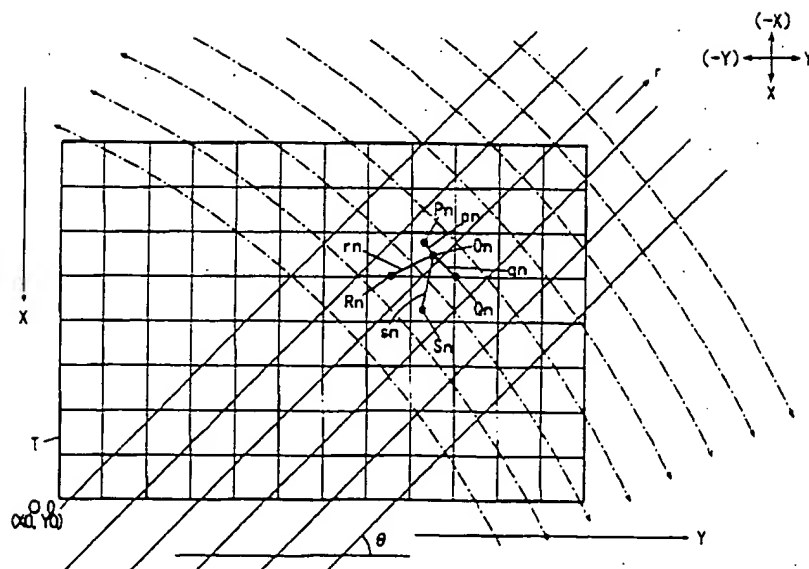
【図53】



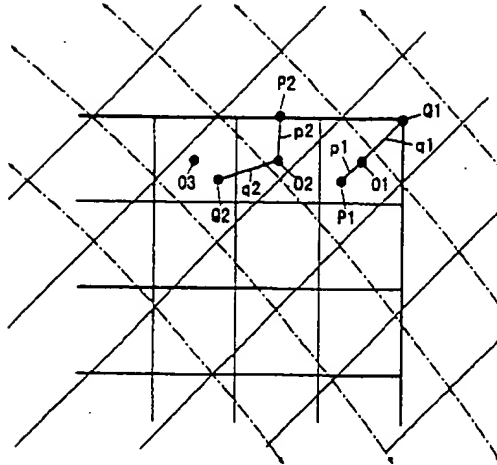
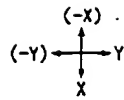
【図53B】

(X, Y)		SIZE	
#0	(,)		
#1	(,)		
#2	(,)		
...	...		

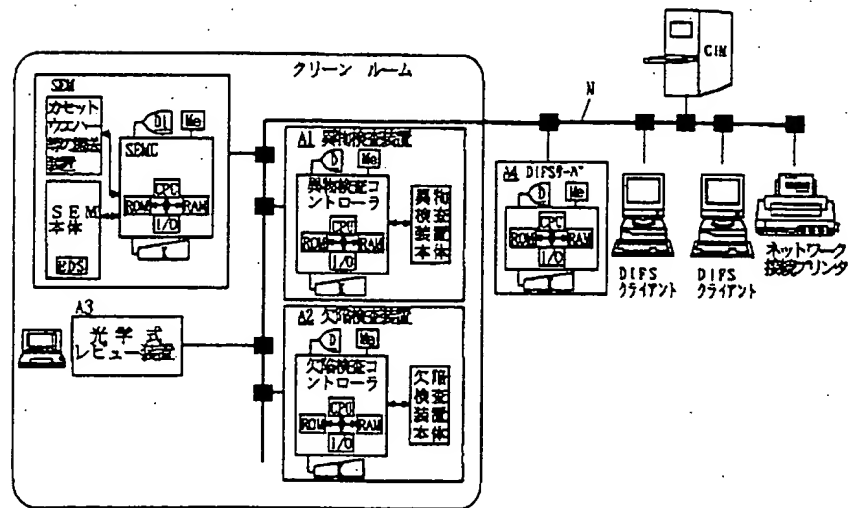
【図50】



【図51】



【図52】



フロントページの続き

- (72) 発明者 新川 隆朗
東京都昭島市武蔵野三丁目1番2号 日本
電子株式会社内
- (72) 発明者 波岡 一郎
東京都昭島市武蔵野三丁目1番2号 日本
電子株式会社内

Fターム(参考) 20001 AA03 BA05 BA07 BA09 BA15
BA30 CA01 CA03 CA10 DA02
EA03 FA03 FA06 GA03 GA05
GA06 GA13 HA09 HA13 JA01
JA08 JA11 JA13 KA03 LA11
PA02 PA07 PA11 PA12
4M100 AA01 AA09 BA02 CA39 CA41
DB01 DB05 DB11 DB13 DB30
DJ04 DJ06 DJ18 DJ21 DJ23
5B057 AA03 BA01 BA19 CA12 CA16
CB12 CB16 CD18 DA03 DB02
DC32